



Eduardo Manuel Ferreira Almeida da Natividade de Jesus

APOIO À DECISÃO EM ACÇÕES DE REGENERAÇÃO URBANA

Tese submetida à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Civil, sob a orientação científica do
Professor Doutor João Manuel Coutinho Rodrigues e do Professor Doutor António José Barreto Tadeu

Julho de 2013



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Eduardo Manuel Ferreira Almeida da Natividade de Jesus

APOIO À DECISÃO EM ACÇÕES DE REGENERAÇÃO URBANA

Tese submetida à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Civil, sob a orientação científica do
Professor Doutor João Manuel Coutinho Rodrigues e do Professor Doutor António José Barreto Tadeu

Julho de 2013



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

para ti...
Catarina

"What is the city but the people?"

William Shakespeare, Coriolanus

"Cities are never random.

No matter how chaotic they might seem, everything about them grows out of a need to solve a problem. In fact, a city is nothing more than a solution to a problem, that in turn creates more problems that need more solutions, until towers rise, roads widen, bridges are built, and millions of people are caught up in a mad race to feed the problem-solving, problem-creating frenzy."

Neal Shusterman, Downsiders

Por decisão pessoal, o autor deste trabalho não escreve
segundo o novo Acordo Ortográfico

agradecimentos

Desejo antes de mais de expressar o meu profundo reconhecimento ao Prof. Doutor João Manuel Coutinho Rodrigues pela confiança que sempre depositou em mim, pelo entusiasmo, dedicação e atitude incansável mas, sobretudo, pela amizade com que sempre me presenteou.

Agradeço ao Prof. Doutor António José Barreto Tadeu, pelo incentivo, disponibilidade e paciência que sempre manifestou.

Agora, que este trabalho está concluído, espero sinceramente que o resultado seja merecedor do precioso tempo que me dedicaram.

Quero agradecer também ao Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra (INESCC), que me permitiu desenvolver este trabalho enquadrado numa unidade de investigação de reconhecido mérito. Agradeço também, a todas as pessoas que aí trabalham e em especial ao membros do meu grupo de investigação cujo apoio, conselhos e sugestões permitiram ultrapassar algumas das dificuldades encontradas na realização deste trabalho.

Um agradecimento muito especial ao amigo e Prof. Doutor Lino Tralhão que com o conhecimento eclético, constante disponibilidade e incentivo permanente contribuiu de forma muito particular para o desenvolvimento deste trabalho.

O meu reconhecimento ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra pelas facilidades concedidas para a realização desta dissertação. Aos meus colegas do Departamento de Engenharia Civil, quero agradecer de forma especial pelo apoio e incentivo que me deram desde o início.

Queria agradecer em especial ao Rui e ao Nuno, mas também ao Carlos, Ricardo, Joaquim, Mário, João e João Carlos pela amizade, incentivo, coragem, companhia (e preciosa partilha “científica”) que estiveram sempre prontos a dar nos momentos de maior fraqueza.

A todos os meus amigos, em especial à Carmem, Mé, Pipe e Javier, à Patrícia e ao Miguel o meu reconhecimento pela enorme amizade, pelos bons momentos partilhados, mas também pela compreensão por aqueles que o desenvolvimento deste trabalho obrigou a adiar...

O meu profundo agradecimento à minha família, em especial aos meus pais pelo seu amor incondicional e por tudo o que sempre fizeram por mim, aos pais da Catarina e à tia Nanda pelo o apoio e incentivo demonstrados durante a realização deste trabalho.

Queria agradecer também, ao Dr. Mariz pela amizade fraterna e porque muito contribuiu para eu estar aqui...

Por último, à Catarina, pela coragem, incentivo que sempre transmitiu, pela inesgotável compreensão e principalmente pelo Amor e pelo Privilégio que é percorrer este caminho a teu lado...

A regeneração urbana é um problema real, actual e com uma importância cada vez maior, revelando-se por isso como um factor crucial nas políticas e medidas de gestão das cidades, na protecção do ambiente, na melhoria das condições de vida, isto é, para a obtenção de um desenvolvimento sustentável, com significativas repercussões sociais, económicas e ambientais. Nos últimos anos, a regeneração urbana deixou de ser apenas mais uma área de estudo e investigação e tornou-se parte integrante das novas políticas urbanas.

A regeneração urbana envolve múltiplos, conflitantes e incomensuráveis aspectos na avaliação do mérito de possíveis alternativas de intervenção, dependendo do contexto do estudo e dos intervenientes. Esta natureza multidimensional dos projectos de regeneração urbana e a magnitude dos investimentos envolvidos, justificam o desenvolvimento e a utilização de metodologias avançadas de apoio aos agentes de decisão.

Os modelos multicritério de apoio à decisão ao permitirem a captura da diversidade dos aspectos em avaliação, fornecem aos agentes de decisão uma melhor percepção dos aspectos em conflito, mas também da natureza das relações de compromisso a considerar.

Pareceu-nos, por isso, pertinente e de grande actualidade, o desenvolvimento de metodologias que: (1) contribuíssem para a sistematização nos problemas de regeneração do espaço urbano edificado; (2) disponibilizassem uma visão mais clara e alargada dos problemas e soluções; (3) possibilitassem a simulação e confronto de cenários de intervenção; (4) constituíssem um instrumento de apoio e de reflexão para os agentes de decisão; com isso, proporcionassem decisões sustentadas e de maior qualidade.

Com esse intuito, desenvolvemos e apresentamos neste trabalho:

- 1) Uma metodologia (ou guião) cujo objectivo é ajudar a pensar e a sistematizar as acções a desenvolver na implementação de intervenções de regeneração urbana, nomeadamente na

perspectiva do apoio à decisão;

- 2) Duas metodologias de avaliação multiatributo (usando o método ELECTRE TRI), para: (1) avaliação do estado de conservação (EC) do edifícios, que permite de forma sistemática determinar o nível de intervenção necessário e, em consequência, o custo financeiro da intervenção de reabilitação dos edifícios; (2) avaliação e caracterização (classificação) da população da ARU, que permite avaliar e quantificar as necessidades de realojamento da população residente (que admitimos pode ser efectuado de diferentes modos - ou tipos de realojamento);
- 3) Um modelo multiobjectivo - MMO, que permite determinar a sequência de implementação das Unidades de Intervenção no âmbito de uma operação de reabilitação urbana. Esta metodologia incorpora o conceito de desenvolvimento urbano sustentável, nomeadamente através da resposta às seguintes preocupações (objectivos):
 - Económicas - ao minimizar as necessidades de capital para financiamento da intervenção;
 - Sociais - ao maximizar a adequação do realojamento necessário durante a execução da intervenção;
 - Física e Ambientais: ao maximizar a eficiência do esforço de intervenção dando prioridade à reabilitação das Unidades de Intervenção em que os edifícios apresentam um pior estado de conservação.

Dada a complexidade e diversidade dos factores que influenciam este tipo de problemas, a sua natureza espacial, o volume de informação que envolvem e ainda a necessidade de utilização de abordagens científicas, revelou-se essencial o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão espacial (SADE) para o estudo deste tipo de problemas. Ao integrar a eficiência e a facilidade de utilização e processamento dos dados, a intuitiva representação geográfica dos dados (maioritariamente geoespaciais), com modelos formais de apoio à decisão, um SADE pode de facto ajudar os vários intervenientes a tomar decisões mais consistentes e fundamentadas nos processos de desenvolvimento urbano e em particular nos que envolvem intervenções de regeneração urbana.

Estas metodologias foram aplicadas ao caso de estudo do centro histórico da cidade de Coimbra, onde um grande projecto de regeneração urbana, envolvendo cerca de 800 edifícios, está planeado. Esta aplicação, a um caso real de grande dimensão, permite demonstrar que os modelos e técnicas desenvolvidas e incorporadas no sistema de apoio à decisão podem ser utilizadas apoiar os agentes de decisão na análise destes tipo de problemas.

abstract

Urban regeneration is an actual and important problem of fundamental importance for the management of cities, environmental protection, and general improvement of living conditions; that is to say, for a sustainable development with significant social, economical and environmental repercussions. Urban regeneration is no longer just an area of study and research - it became part of the new urban politics. These new urban politics can be related to the following five features: a shift "from government to governance"; a focus on the empowerment of the inhabitants of cities and specific neighbourhoods; a change from universalist to targeted policies; an attempt to integrate policy fields from various departments into a unified project organization; a growing use of covenants for policy regulation.

Urban regeneration problems inherently involve multiple, conflicting, and incommensurate aspects of evaluation of the merit and shortcomings of possible different scenarios and alternatives, depending on the context of the study and the stakeholders involved. This multi-dimensional nature of urban regeneration projects and their large capital investments justify the development and use of state-of-the-art decision support methodologies to assist decision makers.

Multiple criteria models enable inclusion of the diversity of aspects to be evaluated, providing decision makers and/or planning bodies with an improved perception of the conflicting aspects under evaluation and the nature of the trade-offs to be considered.

In light of the above, it is therefore pertinent to develop methodologies that could (1) systematically address problems of urban regeneration, (2) yield a broader and clearer view of those problems and their solutions, (3) allow simulation and confrontation of different intervention scenarios, (4) constitute a decision support and reflection instrument for decision makers, so as to allow well-founded and better quality decisions. Having this goal in mind, in this work we present:

- 1) A methodology (or script) whose objective is to help planning and systematize specific interventions to be carried out in the

context of urban regeneration actions, in a decision support perspective;

- 2) The development of two multi-criteria classification methodologies (using the multi-attribute ELECTRE TRI method), suited for: (1) the evaluation of the conservation status of buildings (CS), which allows to systematically determine the level of intervention required, and consequently the associated financial burden, and (2) evaluation and characterization of the population whose property is to undergo urban regeneration action, hence quantifying the resident population rehousing needs.
- 3) A multi-objective model (MOM), which allows to determine the best sequence of specific interventions, in the context of an urban regeneration action. This MOM incorporates the concept of sustainable urban development through its sensitivity to the following issues (model objectives):
 - Economic – minimize capital investments of urban regeneration actions;
 - Social – maximize adequacy of population rehousing during urban regeneration actions;
 - Physical and environmental – maximize efficiency of the effort, assigning a higher priority to regeneration of buildings with worse conservation status.

Given the diversity and complexity of the factors that influence these problems, the spatial nature and volume of data involved, a spatial decision support system (SDSS) seems to be essential for the study of this type of problems. By integrating the efficiency and ease of data processing of information systems and the intuitive geographical representation of geospatial data with formal models, a SDSS can assist stakeholders in making better-founded decisions in urban regeneration actions.

These methodologies applied to the case study of the historical centre of the city of Coimbra, Portugal, where a large urban regeneration project, addressing about 800 buildings, is being undertaken. This shows that the models and techniques incorporated in the SDSS can be used to assist decision makers in analysing this complex problem in a realistically sized urban application.

índice

agradecimentos	v
resumo	vii
abstract	ix
índice	xi
índice de figuras	xv
índice de tabelas	xxv
abreviaturas	xxviii

Capítulo 01 > introdução	1
01> Enquadramento	1
02> Importância e oportunidade deste trabalho	2
03> Principais contribuições e objectivos deste trabalho	4
04> Estrutura da dissertação	6
05> Disseminação e validação dos trabalhos desenvolvidos	8
Capítulo 02 > cidades, regeneração urbana e sustentabilidade	11
01> Da polarização e urbanização às "cidades-região"	11
02> O desenvolvimento das cidades modernas e os "centros históricos"	20
03> Regeneração urbana e desenvolvimento sustentável	29
03.01> Evolução do conceito e políticas de renovação	29
03.02> Renovação, reabilitação e regeneração urbana	35
03.03> Regeneração urbana (sustentável)	40
03.03.01> Impactos ao nível da eficiência energética	40
apoio à decisão em acções de regeneração urbana	xi

03.03.02>	Impactos ao nível do ambiente e biodiversidade	45
03.03.03>	Impactos ao nível do desenvolvimento económico e social	47
03.03.04>	Comentários finais	49
03.04>	Regeneração urbana a realidade portuguesa	50
03.04.01>	Caracterização do parque habitacional português	50
03.04.02>	A regeneração urbana em Portugal e as perspectivas de futuro	56
03.04.02.01>	Sociedades de Reabilitação Urbana	57
03.04.02.02>	Grandes Opções do Plano do Governo para 2005-2009	58
03.04.02.03>	Regime jurídico da reabilitação urbana	58
03.04.02.04>	O "Memorando de entendimento sobre condicionalismos específicos de política económica" e o Programa do XIX Governo Constitucional	60
03.04.02.05>	A "Lei do arrendamento urbano"	61
03.04.03>	O potencial económico da regeneração	61
03.04.03.01>	Valor do parque habitacional português	64
03.04.03.02>	Potencial económico da reabilitação	65
Capítulo 03 >	metodologias de apoio à decisão em acções de RU	71
01>	Introdução	71
02>	Proposta de uma metodologia para apoio à decisão em intervenções de RU	76
02.01>	Etapa I - identificação da necessidade de RU	79
02.02>	Etapa II - caracterização da área de intervenção	81
02.03>	ETAPA III - avaliação e selecção de alternativas	83
02.04>	Etapa IV - concepção, execução e controlo	85
02.05>	Etapa V - operação (colocação em uso) e manutenção	86
03>	Apoio à decisão em planeamento urbano	87
03.01>	Desenvolvimento de um Web-SADE para intervenções de regeneração urbana	89
03.01.01>	O sistema de gestão de bases de dados	90
03.01.02>	Sistema de Informação Geográfica	92
03.01.03>	Servidor Web e interface com o utilizador	93
03.01.04>	O sistema de apoio à decisão	94
03.01.04.01>	Base de métodos de apoio à decisão	95
03.01.04.02>	O método ELECTRE TRI e o problema em estudo	98
03.01.04.03>	ELECTRE TRI - Descrição do método	102

03.03.01.04.04. Propriedades das alternativas de referência	113
03.01.05> Metodologia de avaliação do estado de conservação dos edifícios	114
03.01.06> Metodologia de avaliação das necessidades de realojamento dos residentes	122
03.01.07> Aplicação a um caso de estudo - a "Baixa de Coimbra"	125
03.01.07.01> Avaliação das necessidades de realojamento	129
03.01.07.02> Avaliação do estado de conservação dos edifícios	134
03.01.07.03> Comentários finais	142
 Capítulo 04 > o modelo multiobjectivo	 152
01> O modelo matemático	152
01.01> Introdução	152
01.02> Variáveis e parâmetros	153
01.03> Objectivo 1	156
01.04> Objectivo 2	158
01.05> Objectivo 3	159
01.05.01> Versão Med	159
01.05.02> Versão MinMax	162
01.06> A "curva de vendas"	162
01.07> A "curva de vendas única" para toda a intervenção de regeneração	166
01.08> Apresentação resumida do modelo	169
01.08.01> Versão Med do modelo	170
01.08.02> Versão MinMax do modelo	171
 Capítulo 05 > aplicação do modelo multiobjectivo a um caso real	 172
01> Introdução	172
02> Dados de entrada para o modelo	173
02.01> Hipótese I (8 unidades de intervenção)	174
02.01.01> Resultados: Cenário 1 (conjunto de soluções A)	183
02.01.01.01> Solução S1_A: Ótimo individual do objectivo 1	183
02.01.01.02> Solução S2_A: Ótimo individual do objectivo 2	186
02.01.01.03> Solução S3_A: Ótimo individual do objectivo 3	188
02.01.01.04> Solução não-dominada S4_A ($p_1=0.50$, $p_2=0.25$, $p_3=0.25$)	190
02.01.01.05> Solução não-dominada S5_A ($p_1=0.25$, $p_2=0.50$, $p_3=0.25$)	193

02.01.01.06> Solução não-dominada S6_A ($p_1=0.25, p_2=0.25, p_3=0.50$)	193
02.01.01.07> Solução não-dominada S7_A (métrica L_1)	195
02.01.01.08> Solução não-dominada S8_A (métrica L_∞)	196
02.01.01.09> Comparação das 8 soluções	197
02.01.01.10> Versão MinMax para o objectivo 3 (conjunto de soluções B)	198
02.01.02> Resultados: Cenário 2 (conjunto de soluções C)	204
02.02> Hipótese II (13 unidades de intervenção)	205
02.02.01> Resultados: Cenário 1 / versão MinMax (conjunto de soluções D)	208
02.02.01.01> Solução S1_D: Óptimo individual do objectivo 1	208
02.02.01.02> Solução S2_D: Óptimo individual do objectivo 2	210
02.02.01.03> Solução S3_D: Óptimo individual do objectivo 3	212
02.02.01.04> Solução não-dominada S4_D ($p_1=0.50, p_2=0.25, p_3=0.25$)	214
02.02.01.05> Solução não-dominada S5_D ($p_1=0.25, p_2=0.50, p_3=0.25$)	217
02.02.01.06> Solução não-dominada S6_D ($p_1=0.25, p_2=0.25, p_3=0.50$)	218
02.02.01.07> Solução não-dominada S7_D (métrica L_1)	221
02.02.01.08> Solução não-dominada S8_D (métrica L_∞)	222
02.02.01.09> Comparação das 8 soluções	224
02.03> Hipótese III: "Curva de vendas única" (conjunto de soluções E)	226
02.03.01> Solução S1_E: Óptimo individual do objectivo 1	227
02.03.02> Solução S2_E: Óptimo individual do objectivo 2	229
02.03.03> Solução S3_E: Óptimo individual do objectivo 3	231
02.03.04> Solução não-dominada S7_E (métrica L_1)	233
02.03.05> Solução não-dominada S8_E (métrica L_∞)	235
02.03.06> Comparação das 8 soluções	236
 Capítulo 06 > conclusões e desenvolvimentos futuros	 240
01> Síntese do trabalho desenvolvido e das principais contribuições	240
02> Perspectivas de desenvolvimento futuro	247
 referências	 249

índice de figuras

Figura 01.01.	
Estrutura e organização da dissertação (com identificação dos objectivos)	6
Figura 02.01.	
Evolução da taxa mundial de urbanização ¹ (adaptado de [1])	11
Figura 02.02.	
Seis zonas onde nasceu a (primeira) "Revolução Urbana"	12
Figura 02.03.	
A primeira "explosão urbana" - A cidade da Babilónia	13
Figura 02.04.	
Evolução do número e dimensão das cidades com mais de 1 milhão de habitantes -1825 e 1900	14
Figura 02.05.	
Evolução do número e dimensão das cidades com mais de 1 milhão de habitantes -1950 e 2005	15
Figura 02.06.	
"world by night" e as "cidade-região"	16
Figura 02.07.	
Evolução da taxa de urbanização, por regiões	18
Figura 02.08.	
Evolução da população urbana, por regiões	18
Figura 02.09.	
Nova Iorque vs Bombaim	19
Figura 02.10.	
O "modelo cíclico dos estádios de urbanização"	20
Figura 02.11.	
Densidade populacional na cidade de Londres, 1801-1951	21
Figura 02.12.	
Estádios do desenvolvimentos urbano no norte da Europa - em % de RUF	22

Figura 02.13.	Estádios do desenvolvimentos urbano no norte da Europa - em % de RUF	23
Figura 02.14.	Variação da população [%] entre 2001-2011 na região de Coimbra	23
Figura 02.15.	EUA, crescimento da população - cidade e subúrbios, 2010-2011	25
Figura 02.16.	Baixa-Chiado Centro Histórico de Lisboa	27
Figura 02.17.	Variação da população nas freguesias de Lisboa	28
Figura 02.18.	Paris, o rio Sena e o Le Marais	30
Figura 02.19.	Williamsburg - E.U.A., a "cidade-museu"	31
Figura 02.20.	Consumo final de energia - U.E. por sectores	41
Figura 02.21.	Repartição do consumo doméstico de energia por uso final (UE)	42
Figura 02.22.	Edifícios residenciais por época de construção na EU	43
Figura 02.23.	Evolução do consumo de energia para aquecimento ambiente e da área de habitação na UE27	44
Figura 02.24.	Percentagem de habitações construídas entre 1990 e 2009, em alguns países da UE, no total de habitação da UE27	45
Figura 02.25.	Impactos dos edifícios ao longo do ciclo de vida	46
Figura 02.26.	Evolução do mercado de habitação em Portugal 1990-2010	51
Figura 02.27.	Alojamentos clássicos por tipo de ocupação	52
Figura 02.28.	Alojamentos por tipo de ocupação em % do total desse tipo em Portugal	53
Figura 02.29.	Edifícios clássicos por época de construção e estado de conservação	53
Figura 02.30.	Evolução dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos da envolvente e do consumo total de energia nos edifícios de habitação em Portugal	56

Figura 02.31.	
Valor do parque habitacional português por tipo de ocupação	65
Figura 02.32.	
Valor da reabilitação do parque habitacional português por tipo de ocupação, para o Cenário 1	68
Figura 02.33.	
Valor da reabilitação do parque habitacional português por tipo de ocupação, para o Cenário 2	69
Figura 03.01.	
Múltiplos aspectos de um processo de regeneração urbana	74
Figura 03.02.	
Dimensões conceptuais do desenvolvimento sustentável	77
Figura 03.03.	
Metodologia para apoio à decisão em intervenções de regeneração urbana	78
Figura 03.04.	
Influência, risco, incerteza e custos de alterações ao longo das etapas de uma intervenção de RU	81
Figura 03.05.	
Sistemas de apoio ao planeamento urbano incorporando métodos científicos e sistemas de informação	88
Figura 03.06.	
Arquitectura do Web-SADE	90
Figura 03.07.	
Características de um SAD	95
Figura 03.08.	
Os perfis de referência no método ELECTRE TRI	99
Figura 03.09.	
Mapa com a representação das classes do EC dos edifícios (aplicação a caso real).	102
Figura 03.10.	
Web-SADE: formulário de edição e parametrização do MAD	104
Figura 03.11.	
Índice de concordância parcial $c_j(a,b)$ para atributos de benefício	105
Figura 03.12.	
Índice de concordância parcial $c_j(a,b)$ para atributos de custo	105
Figura 03.13.	
Índice de discordância parcial $D_j(a,b)$ para atributos de benefício	108
Figura 03.14.	
Índice de discordância parcial $D_j(a,b)$ para atributos de custo	109
Figura 03.15.	
Estabelecimento das Relações de Prevalência	110

Figura 03.16. Processo de afectação pessimista	112
Figura 03.17. Processo de afectação optimista	113
Figura 03.18. Ficha de avaliação do nível de conservação dos edifícios NRAU/MAEC	117
Figura 03.19. Alternativas/perfis de referência utilizados na definição das classes do EC	121
Figura 03.20. Exemplo da comparação dos resultados da afectação a Classes do EC com o registo dos edifícios	122
Figura 03.21. Alternativas/perfis de referência utilizados na definição dos tipos de agregado	125
Figura 03.22. Variação da população entre 1991 e 2011 nas freguesias de Coimbra e concelhos limítrofes (126
Figura 03.23. Mapa da "Baixa" de Coimbra com identificação da Unidades de Intervenção consideradas neste trabalho	128
Figura 03.24. Resultados da distribuição dos agregados familiares da ARU segundo as prioridades de realojamento	130
Figura 03.25. Resultados da distribuição dos agregados familiares da ARU segundo as prioridades de realojamento	130
Figura 03.26. Resultados da distribuição dos residentes da ARU: prioridades de realojamento vs idade média dos residentes	131
Figura 03.27. Resultados da distribuição dos residentes da ARU: prioridades de realojamento vs n.º de anos de residência na actual habitação (média)	131
Figura 03.28. Resultados da distribuição dos residentes da ARU: prioridades de realojamento vs agregados com residentes com mais de 65 anos	131
Figura 03.29. Resultados da distribuição dos residentes da ARU: prioridades de realojamento vs local de trabalho/estudo	132
Figura 03.30. Mapa da ARU: representação dos agregados familiares por tipo de realojamento e por edifício ¹	133
Figura 03.31. Mapa da ARU: representação do EC dos edifícios	135

Figura 03.32.	
Resultados da avaliação do EC dos edifícios por % do número de edifícios e % da área de pavimento	137
Figura 03.33.	
Resultados da avaliação do EC dos edifícios por % do número de edifícios e % da área de pavimento	138
Figura 03.34.	
Mapa da ARU: representação do atributo A11 - Instalação eléctrica e iluminação artificial ^l	139
Figura 03.35.	
Mapa da ARU: representação do atributo A12 - Instalação de telecomunicações	140
Figura 03.36.	
Mapa da ARU: representação do atributo A13 - Segurança contra-incêndio	141
Figura 03.37.	
Cruzamento dos resultados da avaliação do EC com o levantamento fotográfico dos edifícios: EC 1 e EC 2	143
Figura 03.38.	
Cruzamento dos resultados da avaliação do EC com o levantamento fotográfico dos edifícios: EC 2 e EC 3	144
Figura 03.39.	
Cruzamento dos resultados da avaliação do EC com o levantamento fotográfico dos edifícios: EC 4 e EC 5	145
Figura 03.40.	
Cruzamento dos resultados da avaliação do EC com o levantamento fotográfico dos edifícios: EC 5 e EC 6	146
Figura 03.41.	
Mapa da ARU: Necessidades efectivas de realojamento (agregados familiares por tipo de realojamento vs edifício com EC igual ou inferior a 3)	147
Figura 03.42.	
Mappa topografico da cidade de Coimbra com a divisão das antigas freguezias - séc. XVIII	148
Figura 03.43.	
Planta topográfica de Coimbra de Wagner & Debes - 1901	149
Figura 03.44.	
Coimbra e arredores, Imprensa da Universidade - 1927 (coleção Professor Santiago Faria)	150
Figura 03.45.	
Coimbra - Guia de Portugal, Biblioteca Nacional de Lisboa - 1944	151
Figura 04.01.	
Planta da área de reabilitação urbana (ARU) com os limites das UI	154
Figura 04.02.	
"Esforço de intervenção" ideal	160
Figura 04.03.	
"Esforço de intervenção" vs "Esforço de intervenção" ideal	161

Figura 04.04.	
Evolução financeira tipo de uma operação imobiliária	163
Figura 04.05.	
Curva de vendas [5%; 28 meses]	165
Figura 04.06.	
Curva de vendas única [Z zonas; $s_0=5\%$; $s_z=90\%$]	168
Figura 04.07.	
Curva de vendas única, com variação das durações dos "slots".	168
Figura 05.01.	
Planta da ARU com identificação das 8 unidades de intervenção	173
Figura 05.02.	
Mapa da ARU / UI: Densidade média de intervenção (e_i)	177
Figura 05.03.	
Mapa da ARU / UI: Número de "fracções" a realojar (p_i)	178
Figura 05.04.	
Mapa da ARU / UI: Disponibilidade de fracções para realojamento (d_i)	179
Figura 05.05.	
Solução S1_A: Evolução G_i , C_i e R	184
Figura 05.06.	
Solução S1_A: Evolução R	184
Figura 05.07.	
Solução S1_A: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	185
Figura 05.08.	
Solução S1_A: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	186
Figura 05.09.	
Solução S2_A: Evolução G_i , C_i e R	187
Figura 05.10.	
Solução S2_A: Evolução R	187
Figura 05.11.	
Solução S2_A: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	188
Figura 05.12.	
Solução 2_A: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	188
Figura 05.13.	
Solução S3_A: Evolução G_i , C_i e R	189
Figura 05.14.	
Solução S3_A: Evolução R	189
Figura 05.15.	
Solução S3_A: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	190

Figura 05.16. Solução S3_A: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	190
Figura 05.17. Solução S4_A: Evolução G_i , C_i e R	191
Figura 05.18. Solução S4_A: Evolução R	192
Figura 05.19. Solução S4_A: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	192
Figura 05.20. Solução S4_A: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	193
Figura 05.21. Solução S6_A: Evolução G_i , C_i e R	194
Figura 05.22. Solução S6_A: Evolução R	194
Figura 05.23. Solução S6_A: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	195
Figura 05.24. Solução S6_A: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	195
Figura 05.25. Solução S8_A: Evolução G_i , C_i e R	196
Figura 05.26. Solução S8_A: Evolução R	196
Figura 05.27. Solução S8_A: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	197
Figura 05.28. Solução S8_A: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	197
Figura 05.29. BAGAL: comparação das soluções S4_A, S5_A, S6_A, SL ₁ _A e SL _∞ _A	198
Figura 05.30. Solução S7_A (Med) vs solução S7_B (MinMax): Evolução do esforço de intervenção (g_i)	200
Figura 05.31. Solução S8_A (Med) vs solução S8_B (MinMax): Evolução do esforço de intervenção (g_i)	201
Figura 05.32. Solução S7_A (Med) vs solução S7_B (MinMax): Evolução R	202
Figura 05.33. Solução S8_A (Med) vs solução S8_B (MinMax): Evolução R	202
Figura 05.34. Solução S7_A (Med) vs solução S7_B (MinMax): Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	203

Figura 05.35. Solução S8_A (Med) vs solução S8_B (MinMax): Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	203
Figura 05.36. Solução 8_C (Cenário 2) vs solução 8_B (Cenário 1): Evolução R	205
Figura 05.37. Planta da ARU com identificação das 13 unidades de intervenção	206
Figura 05.38. Solução S1_D: Evolução G_i , C_i e R	208
Figura 05.39. Solução S1_D: R	209
Figura 05.40. Solução S1_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	209
Figura 05.41. Solução S1_D: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	210
Figura 05.42. Solução S2_D: Evolução G_r , C_i e R	211
Figura 05.43. Solução S2_D: Evolução R	211
Figura 05.44. Solução S2_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	211
Figura 05.45. Solução S2_D: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	212
Figura 05.46. Solução S3_D: Evolução G_r , C_i e R	213
Figura 05.47. Solução S3_D: Evolução de R	213
Figura 05.48. Solução S3_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	214
Figura 05.49. Solução S3_D: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	214
Figura 05.50. Solução S4_D: Evolução G_r , C_i e R	215
Figura 05.51. Solução S4_D: Evolução de R	215
Figura 05.52. Solução S4_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	216
Figura 05.53. Solução S4_D: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	216

Figura 05.54. Solução S5_C: Evolução G_r , C_i e R	217
Figura 05.55. Solução S5_D: Evolução R	217
Figura 05.56. Solução S5_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	218
Figura 05.57. Solução S5_D: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	218
Figura 05.58. Solução S6_C: Evolução G_r , C_i e R	219
Figura 05.59. Solução S6_D: Evolução R	219
Figura 05.60. Solução S6_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	220
Figura 05.61. Solução S6_D: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	220
Figura 05.62. Solução 6: Evolução G_r , C_i e R	221
Figura 05.63. Solução S7_D: Evolução R	221
Figura 05.64. Solução S7_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	222
Figura 05.65. Solução S7_D: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	222
Figura 05.66. Solução S8_D: Evolução G_r , C_i e R	223
Figura 05.67. Solução S8_D: Evolução R	223
Figura 05.68. Solução S8_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	224
Figura 05.69. Solução S8_D: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	224
Figura 05.70. BAGAL: comparação das soluções S4_D, S5_D, S6_D, SL ₁ _D e SL _∞ _D	225
Figura 05.71. Solução S1_E: Evolução G_r , C_i e R	227
Figura 05.72. Solução S1_E: Evolução de R	228

Figura 05.73.	
Solução S1_E: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	228
Figura 05.74.	
Solução S1_E: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	229
Figura 05.75.	
Solução S2_E: Evolução G_i , C_i e R	229
Figura 05.76.	
Solução S2_E: Evolução R	230
Figura 05.77.	
Solução S2_E: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	230
Figura 05.78.	
Solução S3_E: Evolução G_i , C_i e R	231
Figura 05.79.	
Solução S3_E: Evolução R	232
Figura 05.80.	
Solução S3_E: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI	232
Figura 05.81.	
Solução S3_E: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	233
Figura 05.82.	
Solução S7_E: Evolução G_i , C_i e R	233
Figura 05.83.	
Solução S7_E: Evolução R	234
Figura 05.84.	
Solução S7_E: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	234
Figura 05.85.	
Solução S8_E: Evolução G_i , C_i e R	235
Figura 05.86.	
Solução S8_E: Evolução R	235
Figura 05.87.	
Solução S8_E: Evolução do esforço de intervenção (g_i)	236
Figura 05.88.	
BAGAL: comparação das soluções S4_E, S5_E, S6_E, SL ₁ _E e SL _∞ _E	237

índice de tabelas

Tabela 02.01.	
Algumas cidades do mundo com mais de 1 milhão de habitantes em 2013	17
Tabela 02.02.	
Edifícios de habitação por tipo de ocupação - Portugal, Lisboa e Porto	54
Tabela 02.03.	
Estimativa do valor do parque habitacional português	64
Tabela 02.04.	
Estimativa do valor total do parque habitacional português por época de construção	65
Tabela 02.05.	
Cenário 1 - Tipo de intervenção em função do EC/data de construção	68
Tabela 02.06.	
Cenário 2 - Tipo de intervenção em função do EC/data de construção	69
Tabela 03.01.	
Atributos para avaliação do EC- metodologia proposta vs MAEC	118
Tabela 03.02.	
Atributos da metodologia de avaliação do EC: tipo, escala e peso	119
Tabela 03.03.	
Metodologia de avaliação do EC: estados de conservação / níveis de reabilitação e custo de intervenção	120
Tabela 03.04.	
Avaliação do EC: limiares de indiferença, preferência e veto	121
Tabela 03.05.	
Metodologia de avaliação das necessidades de realojamento: tipos de agregado familiar vs tipos de realojamento prioritário	123
Tabela 03.06.	
Atributos da metodologia de avaliação das necessidades de realojamento: tipo, escala e peso	124
Tabela 03.07.	
Avaliação das necessidades de realojamento: limiares de indiferença, preferência e veto	125

Tabela 03.08.	
Resultados da avaliação EC dos edifícios	136
Tabela 05.01.	
Dados para modelo MO (8 unidades de intervenção)	174
Tabela 05.02.	
Distribuição dos tipos de população (8 unidades de intervenção)	175
Tabela 05.03.	
Importância do realojamento segundo o tipo de realojamento (8 unidades de intervenção)	175
Tabela 05.04.	
Tabela Payoff	182
Tabela 05.05.	
Solução S1_A: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	184
Tabela 05.06.	
Solução S2_A: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	186
Tabela 05.07.	
Solução S3_A: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	189
Tabela 05.08.	
Solução S4_A: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	191
Tabela 05.09.	
Solução S6_A: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	194
Tabela 05.10.	
Solução S8_A: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	196
Tabela 05.11.	
Resumo das 8 soluções geradas	198
Tabela 05.12.	
Resumo das 8 soluções geradas - versão MinMax vs versão Med	199
Tabela 05.13.	
Solução S7_A (Med) vs solução S7_B (MinMax): Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	200
Tabela 05.14.	
Solução S8_A (Med) vs solução S8_B (MinMax): Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	201
Tabela 05.15.	
Resumo das 8 soluções geradas (MinMax) - Cenário 1 vs Cenário 2	204
Tabela 05.16.	
Solução S8_C (Cenário 2) vs solução S8_B (Cenário 1): Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	205
Tabela 05.17.	
Dados para modelo MO (13 unidades de intervenção)	207

Tabela 05.18.	
Distribuição dos tipos de população (13 unidades de intervenção)	207
Tabela 05.19.	
Importância do realojamento segundo o tipo de realojamento (13 unidades de intervenção)	207
Tabela 05.20.	
Solução S1_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	208
Tabela 05.21.	
Solução S2_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	210
Tabela 05.22.	
Solução S3_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	212
Tabela 05.23.	
Solução S4_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	215
Tabela 05.24.	
Solução S5_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	217
Tabela 05.25.	
Solução S6_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	219
Tabela 05.26.	
Solução S7_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	221
Tabela 05.27.	
Solução S8_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	223
Tabela 05.28.	
Resumo das 8 soluções geradas	225
Tabela 05.29.	
Resumo das 8 soluções geradas com as sequências das UI	226
Tabela 05.30.	
Solução S1_E: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	227
Tabela 05.31.	
Solução S2_E: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	229
Tabela 05.32.	
Solução S3_E: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	231
Tabela 05.33.	
Solução S7_E: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	233
Tabela 05.34.	
Solução S8_E: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas	235
Tabela 05.35.	
Resumo das 8 soluções geradas com as sequências das UI	236
Tabela 05.36.	
Resumo das 8 soluções geradas ("curva única de vendas vs "curva de vendas")	238

abreviaturas

AD	Agente de decisão
AIE	Agência Internacional de Energia
AQS	Águas quentes sanitárias
ARU	Área de reabilitação urbana
BCE	Banco Central Europeu
BD	Base de dados
BDCE	Banco de Desenvolvimento do Conselho da Europa
BEI	Banco Europeu de Investimento
CEE	Comunidade Económica Europeia
CIMI	Código do Imposto Municipal sobre Imóveis
CMC	Câmara Municipal de Coimbra
CNAPU	Comissão Nacional de Avaliação de Prédios Urbanos
CPCI	Confederação Portuguesa da Construção e do Imobiliário
DC	Demolição e construção
DGOTDU	Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano
E.U.A.	Estados Unidos da América
EC	Estado de conservação
EEA	European Environment Agency
ELECTRE	Elimination et Choix Traduisant la Réalité
EPDD	Directivas da UE relativa ao desempenho energético dos edifícios
FMI	Fundo Monetário Internacional
GEE	Gases com efeito de estufa
HCR	Home Condition Report
IHRU	Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana
INE	Instituto Nacional de Estatística
IRC	Imposto sobre o rendimento de pessoas colectivas
IRS	Imposto sobre o rendimento de pessoas singulares

abreviaturas

IVA	Imposto sobre o valor acrescentado
INEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
MAD	Métodos de apoio à decisão
MAEC	Método de avaliação do estado de conservação de imóveis
MMAAD	Métodos multiatributo de apoio à decisão
MMCAD	métodos multicritério de apoio à decisão
MMO	Modelo multiobjectivo
MMOAD	Métodos multiobjectivo (de apoio à decisão)
NRAU	Novo Regime do Arrendamento Urbano
ONG	Organização não governamental
ORU	Operação de reabilitação urbana
PIB	Produto Interno Bruto
R & M	Renovação & manutenção
RE	Reabilitação excepcional
RGEU	Regulamento Geral das Edificações Urbanas
RGR	Regulamento Geral do Ruído
RI	Reabilitação intermédia
RJRU	Regime Jurídico da Reabilitação Urbana
RL	Reabilitação ligeira
RP	Reabilitação profunda
RU	Regeneração urbana
RUF	Regiões Urbanas Funcionais
SAD	Sistema de apoio à decisão
SADE	Sistema de apoio à decisão espacial
SGBD	Sistemas de gestão de bases de dados
SI	Sistemas de informação
SIG	Sistema de informação geográfica
SRU	Sociedades de Reabilitação Urbana
TI	Tecnologia de informação
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
UC	Universidade de Coimbra
UE	União Europeia
UI	Unidade de intervenção
UN	United Nations
UN-HABITAT	United Nations Human Settlements Programme

C > 01

introdução

01 > Enquadramento

Na sequência da revolução industrial e do aparecimento do transporte motorizado, ocorreu nos países mais desenvolvidos, na segunda metade do século XIX e inícios do século XX, o fenómeno que muitos designam de "big bang" ou "grande urbanização" [1], caracterizado pela migração massiva da população das zonas rurais para o centro da cidade na procura de melhores condições de vida, ocorrendo assim, um crescimento intenso da concentração populacional e da dimensão dos centros urbanos.

Após a 2.ª Guerra Mundial e a massificação do transporte individual (e colectivo) as cidades e suas populações começam a debater-se com crescentes problemas de tráfego, poluição e "custo e qualidade de vida", associados ainda a uma cada vez maior dificuldade de acesso à habitação (falta de oferta de novas habitações e consequente incremento dos preços). Inicia-se assim, o êxodo de grandes franjas da população para a periferia (os subúrbios), que crescem em dimensão e ganham funções urbanas.

Isto é, dá-se uma descentralização da cidade, com a indústria, o comércio e os serviços a acompanharem este movimento e a deslocaram-se, também, para fora do centro urbano [2]. Este fenómeno estende-se, em dimensão espacial e fluxo populacional, dando origem, nas décadas de 70 e 80 do século XX, a uma nova fase do processo de desenvolvimento urbano - a desurbanização (ou contraurbanização) [2], [3].

Deste modo, as cidades e, em particular os seus núcleos primitivos ou "centros históricos", entram em declínio (populacional, económico, etc.) o que resulta na sua progressiva "desertificação", numa degradação acentuada dos seus edifícios, infraestruturas e espaços públicos, e origina significativos impactos sociais, económicos e ambientais (Oatley [4] citado Hemphill et al. [5]).

No nosso país este fenómeno ocorreu mais tarde, a partir do início da década de 80 do século XX, e terá sido potenciado pela entrada de Portugal para a União Europeia (à data, Comunidade Económica Europeia - CEE) que conduziu, nomeadamente, ao aumento do rendimento *per capita*, da utilização do automóvel e a um significativo melhoramento das infraestruturas rodoviárias.

Hoje, em muitas das principais cidades portuguesas (Lisboa, Porto, Coimbra, Setúbal, Viseu, etc.), à semelhança do que aconteceu em muitas outras cidades europeias e americanas, deparamo-nos com um "centro histórico" degradado e fortemente despovoado.

Para combater este fenómeno, muitas cidades começaram (ou começam) a demonstrar outra atitude e preocupação com o estado dos seus centros urbanos antigos. Porventura também pressionados pela cada vez maior exigência e preocupação ambiental das suas populações, os decisores políticos (e outros agentes de decisão) começam a encarar a regeneração urbana (RU) como caminho para um crescimento e desenvolvimento urbano, económico e social mais sustentável.

De facto, a regeneração urbana começa a ser cada vez mais apontada como o abrir de uma nova fase na vida das cidades, a reurbanização ([6], [7] e recentralização da cidade. Esta é, também referida como determinante e desejável para:

- o aumento da utilização eficiente da energia;
- a mitigação da poluição atmosférica;
- a redução do aquecimento global;
- e também (principalmente, na conjuntura económica actual) o fomento do crescimento económico e social.

Para comprovar esta tendência (que em muitos países do centro e norte da Europa se terá já iniciado na última década do século XX e início do século XXI), são vários os estudos que dão conta de um "regresso" das populações ao centro. Começa até a observar-se um maior crescimento nos centros das suas cidades do que nas suas áreas "sub" ou periurbanas.

02> Importância e oportunidade deste trabalho

Perspectivando-se a consolidação do cenário atrás referido, e sabendo-se ainda que, por exemplo, na União Europeia (UE) cerca de 70% dos edifícios têm mais de 30 anos e que mais de 75% da população vive em áreas urbanas, não restarão dúvidas de que está na regeneração urbana uma das chaves para o rejuvenescimento das cidades,

para o seu crescimento económico, para a melhoria do seu ambiente e da qualidade de vida das populações. Em suma, para um futuro e desenvolvimento mais sustentáveis.

Prova disso, será o facto de o tema da regeneração urbana se encontrar cada vez mais presente na agenda pública e política mundial. Começam já a ter grande significado os estudos desenvolvidos a este respeito e, sobretudo as acções, estratégias e políticas de fomento da regeneração urbana que os governos dos países da UE (e de muitos outros países desenvolvidos) têm vindo a anunciar e implementar.

Simultaneamente, decisores políticos, técnicos, especialistas e a população em geral, foram percepcionando que os problemas da regeneração urbana não se resolvem apenas com intervenções no património edificado e/ou nos espaços e infraestruturas públicas.

Na verdade, estes processos são bem mais abrangentes e, em consequência, complexos. De facto, estes abarcam não só a renovação/reabilitação de um grande número de edifícios, a reestruturação das infraestruturas e dos serviços urbanos (por exemplo, ruas, redes de água, equipamentos públicos e/ou recolha de resíduos, transportes colectivos, etc.), mas também a necessária revitalização económica, social e ambiental.

Acresce as dimensões temporal e espacial (de modo algum negligenciável) da regeneração urbana, cuja influência e impactos tendem a ultrapassar os limites da própria zona, cidade e, até mesmo, região.

A regeneração urbana é, por isto, cada vez mais encarada como um problema complexo e multifacetado, ligado uma visão mais alargada da cidade, apelando ao fomento da participação activa de todos os interessados, com a procura de uma identificação mais nítida dos impactos (económico-financeiros, ambientais, sociais, culturais, etc.), com especial relevo para a sustentabilidade das intervenções.

O nível dos benefícios e dos custos, a magnitude dos impactos e a complexidade destes processos, justificam, assim, o desenvolvimento e utilização de metodologias avançadas de apoio aos agentes de decisão. A natureza multidimensional dos problemas justifica o uso de técnicas sofisticadas de análise multicritério, envolvendo, nomeadamente, o desenvolvimento e o uso de metodologias e de técnicas de optimização, para identificar estratégias de regeneração adequadas.

Acresce que, o caso particular da realidade portuguesa, e em particular o (R)RU - criado pelo Decreto-Lei n.º 307/2009, de 23 de Outubro [8], posteriormente alterado pelo Decreto-lei n.º 32/2012, de 14 de Agosto [9] - além de identificar a "elevada prioridade" da RU veio, ainda, reconhecer a necessidade de uma visão mais alargada

do conceito de reabilitação urbana, que designou por "reabilitação urbana integrada", referindo claramente que para além da vertente física e funcional da intervenção, a reabilitação urbana terá de incluir as dimensões económica, social, cultural e ambiental - regeneração urbana. Mais ainda, este regime reflectindo as características e realidade das zonas (históricas) degradadas de muitas cidades portuguesas e a dimensão espacial e económica das intervenções a realizar, vem permitir que as Operações de Reabilitação Urbana (ORU), sejam executadas "faseadamente", através da delimitação das denominadas Unidades de Intervenção (UI).

Consideramos, assim, pertinente o desenvolvimento de metodologias que contribuíssem para a sistematização nos problemas de regeneração do espaço urbano edificado, que possibilitassem a simulação e confronto de cenários e soluções de intervenção e que, com isso, proporcionassem decisões sustentadas e de maior qualidade.

03> Principais contribuições e objectivos deste trabalho

Partindo dos pressupostos e realidade descrita nas secções anteriores, enumeram-se agora os principais objectivos desta investigação que, assim, se constituem também como as contribuições mais relevantes deste trabalho no domínio do estudo e análise de acções de regeneração urbana:

1 - *"O desenvolvimento e implementação de uma metodologia, utilizando um modelo multiobjectivo - MMO (apresentado no Capítulo 4) que permita determinar a melhor sequência de implementação das Unidades de Intervenção no âmbito de uma Operação de Reabilitação Urbana"*.

Esta metodologia deverá incorporar o conceito de desenvolvimento urbano sustentável, nomeadamente através da resposta às seguintes preocupações (objectivos):

- Económicas - ao minimizar as necessidades de financiamento das Operações de Reabilitação Urbana;
- Sociais - ao maximizar a adequação do realojamento necessário durante a execução da intervenção, às necessidades das populações residentes nas Áreas de Reabilitação Urbana (ARU);
- Física e Ambientais: ao maximizar a eficiência do esforço de intervenção (isto é, o grau de reabilitação dos edifícios) dando prioridade à reabilitação das Unidades de Intervenção em que os edifícios apresentam um pior estado de conservação.

A necessidade de testar e verificar a aplicabilidade, adequabilidade e validade dos resultados do MMO, tornou necessário a selecção de um caso de estudo (entenda-se, uma Área de Reabilitação Urbana) que necessariamente precisávamos de caracterizar.

Esta necessidade de caracterização da ARU, em conjunto com as características e parâmetros (de entrada) do MMO, conduziu-nos à necessidade de estabelecer outros dois objectivos (apresentados no Capítulo 3) para os trabalhos desta investigação:

2 - "O desenvolvimento de uma metodologia de avaliação do estado de conservação (EC) dos edifícios", que...

permita de forma sistemática determinar o nível de intervenção necessário e, em consequência, o custo financeiro da intervenção de reabilitação dos edifícios.

3 - "O desenvolvimento de uma metodologia de avaliação e caracterização (classificação) da população da ARU", que...

permita avaliar e quantificar as necessidades de realojamento da população residente (que admitimos pode ser efectuado de diferentes modos - ou tipos de realojamento).

No desenvolvimento dos trabalhos conducentes à prossecução destes objectivos e dadas as já referidas dimensão e complexidade do problema, número e diversidade de intervenientes (com níveis de conhecimento, perspectivas e interesses naturalmente diferentes e frequentemente conflituosos), pareceu-nos interessante e mesmo importante, propor:

4 - "Uma metodologia (ou se quisermos, um guião) que nos ajude a pensar, reflectir e a sistematizar as acções (e etapas) a desenvolver na implementação de intervenções de regeneração urbana"...

constituindo, deste modo, mais um objectivo desta investigação (que apresentamos no Capítulo 3).

Por último, e dada a complexidade e diversidade dos factores que influenciam este tipo de problemas, a sua natureza espacial, o volume de informação que envolvem e ainda, a necessidade de utilização de modelos científicos multicritério que podem necessitar de um esforço computacional considerável, revelou-se essencial o recurso a sistemas e tecnologias de informação. Assim, houve que:

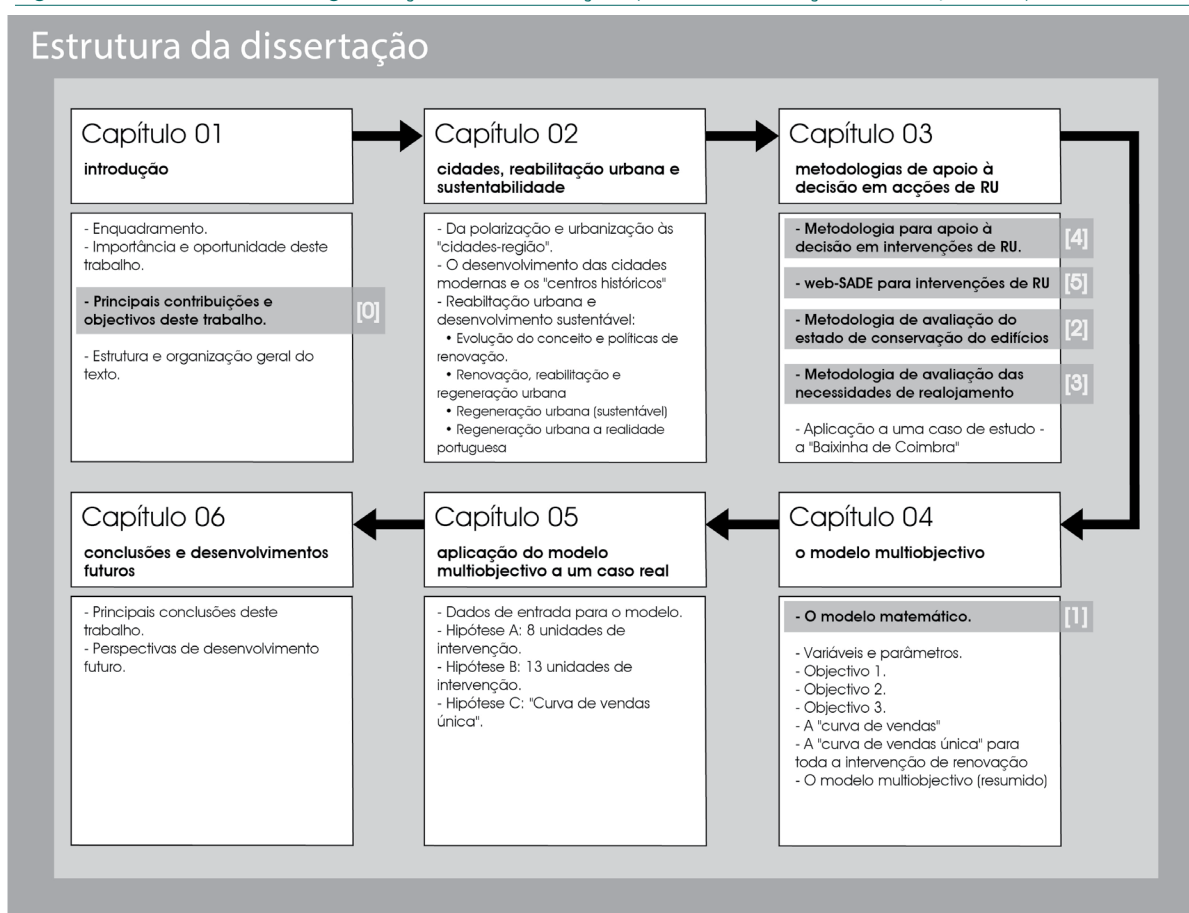
5 - "Desenvolver um módulo materializando um Sistema de Apoio à Decisão (SAD), que incorporasse, nomeadamente, os modelos e metodologias formais de apoio à decisão referidas nos Objectivos 1, 2 e 3"...

módulo de apoio à decisão (que apresentamos no Capítulo 3) constituindo assim, mais um objectivo desta investigação.

04> Estrutura da dissertação

O presente trabalho, cuja estrutura temática se encontra sistematizada na Figura 01.01, será assim, apresentado ao longo de seis Capítulos, incluindo este onde se apresentam o respectivo tema, enquadramento, interesse e importância do trabalho desenvolvido, os contributos (inovadores) e principais objectivos a atingir.

Figura 01.01. Estrutura e organização da dissertação (com identificação dos objectivos)



No Capítulo 2 procede-se ao estudo e descrição dos processos de desenvolvimento urbano e surgimento e evolução das cidades. Assim, começa-se por uma breve descrição da origem do fenómeno de polarização e do aparecimento das cidades ditas "pré-urbanas", do consequente início do processo de urbanização que conduziu ao "nascimento" das primeiras cidades "urbanas", até à realidade actual, das cidades-região e da "globalização do urbano".

No Capítulo 2 descreve-se, ainda, o "modelo cíclico dos estádios de urbanização" e apresentam-se os conceitos de: urbanização; suburbanização; desurbanização; e reurbanização. Procura-se, assim, caracterizar o processo de desenvolvimento das cidades modernas e da formação, evolução e transformação dos denominados "centros históricos".

Chega-se então, e ainda no Capítulo 2, à problemática da regeneração urbana e da sua relação com o conceito de desenvolvimento sustentável. Deste modo, faz-se, em primeiro lugar, a síntese da evolução (histórica) do conceito e das políticas de renovação urbana. Procura-se sistematizar e clarificar alguns dos conceitos frequentemente utilizados, nomeadamente os de: renovação, reabilitação, e regeneração.

Por fim, aborda-se a relação entre regeneração urbana e sustentabilidade, efectuando, ainda, uma caracterização da realidade portuguesa.

Na primeira parte do Capítulo 3, apresenta-se uma metodologia (ou guião) de apoio à decisão em acções de regeneração urbana, que procura sistematizar o estudo e análise deste tipo de intervenções. Passa-se de seguida à apresentação de um sistema informação para apoio a intervenções de regeneração urbana, para o qual se desenvolveu e incorporou um módulo ou Sistema de Apoio à Decisão (SAD) onde se encontram os modelos e metodologias multicritério de apoio à decisão, desenvolvidas no âmbito deste trabalho de investigação.

Ainda no Capítulo 3, apresentam-se e descrevem-se os processos e os trabalhos conducentes ao desenvolvimento e proposta de duas metodologias: uma para a avaliação do estado de conservação (EC) de edifícios; outra para a avaliação das necessidades de reaquecimento numa ARU.

Uma vez que ambas as metodologias propostas têm como base a utilização do método científico de análise multicritério ELECTRE TRI (método este que se dedica a resolver problemas de *classificação*,

triagem ou *afecção*), julgamos importante efectuar também a descrição detalhada deste método e referir as principais razões da sua selecção e utilização.

Pretendendo-se comprovar a aplicabilidade, e aferir e validar os parâmetros e critérios usados, é apresentada uma aplicação das duas metodologias aqui propostas a um caso de estudo - a "Baixa de Coimbra", com que termina o Capítulo 3.

Esta aplicação, possibilitará ainda efectuar uma caracterização da zona de estudo e, principalmente, obter os dados necessários para aplicação de um modelo multiobjectivo.

O Capítulo 4 é dedicado à apresentação e descrição do modelo matemático multiobjectivo, concebido e implementado com o intuito de permitir determinar a sequência de implementação das Unidades de Intervenção (de uma operação de reabilitação urbana) que melhor responde ao conjunto de preocupações e objectivos de sustentabilidade da intervenção (maximização da eficiência do esforço de intervenção; redução dos impactos sobre as populações, nomeadamente, no que diz respeito ao seu realojamento; e minimização das necessidades de financiamento da intervenção). Foram desenvolvidas 3 variantes (ou versões) deste modelo matemático multiobjectivo, que são também descritas neste Capítulo.

Por sua vez, o Capítulo 5 é dedicado à apresentação da aplicação do modelo multiobjectivo ao caso de estudo já referido - a "Baixa de Coimbra". Os resultados desta aplicação, nas suas várias versões/variantes, são também discutidos neste Capítulo.

No Capítulo 6, o último deste trabalho, apresentamos as principais conclusões sobre os trabalhos realizados, resultados obtidos e objectivos concretizados.

Faz-se também uma reflexão sobre aquelas que poderão e/ou deverão ser as perspectivas e linhas de desenvolvimento futuro.

05> **Disseminação e validação dos trabalhos desenvolvidos**

Com o intuito de, durante a realização do trabalho de investigação que aqui apresentamos, ir obtendo (a necessária) validação dos desenvolvimentos realizados e resultados obtidos, estes foram objecto das seguintes publicações:

- Natividade-Jesus, E., Coutinho-Rodrigues, J. & Henggeler-

- Antunes, C. (2007). "A Multicriteria Decision Support System for Housing Evaluation", in *Decision Support Systems*, Volume 43, Issue 3, Pages 779-790, DOI: 10.1016/j.dss.2006.03.014 [Scientific Journal, ISI, Tipo A na FCTUC],
- Natividade-Jesus, E. & Coutinho-Rodrigues, J. (2009). *A Web Spatial Decision Support System for Housing Evaluation in Urban Renovation Projects*, in *Housing: Socioeconomic, Availability, and Development Issues*, no. 5, E. P. Hammond and A. D. Noyes, Eds. New York: Nova Science Publishers, Inc., pp. 129–148, ISBN: 978-1-60692-371-9 [Book Chapter],
 - Natividade-Jesus, E., Coutinho-Rodrigues, J. & Tralhão, L. (2013). "Housing evaluation with Web-SDSS in urban regeneration actions", *Proceedings of the ICE - Municipal Engineer*, Volume 166, Issue 3, DOI: 10.1680/muen.12.00022 [Available online: 21/07/2013; publication expected in September] [Scientific Journal, ISI, Tipo A na FCTUC].

O trabalho foi ainda apresentado (e discutido) nas seguintes conferências científicas (com a consequente publicação nos respectivos *proceedings*):

- Natividade-Jesus, E., Coutinho-Rodrigues, J. & Tralhão, L. "A Multi-Objective Model for Urban Renovation Problems", *OPTIMIZATION 2007 - Sixth International Conference on Optimization*, Porto, Portugal, 22-25/7/2007,
- Natividade-Jesus, E. & Coutinho-Rodrigues, J. "A Spatial Multicriteria Decision Support System for Urban Renovation Projects - Application to Coimbra Downtown", *CINCOS'08, Congress of Innovation on Sustainable Construction*, CentroHabitat - Plataforma para a Construção Sustentável, WRC, Curia, Portugal, 23-25/10/2008,
- Natividade-Jesus, E. e Coutinho-Rodrigues, J. & Tralhão, L., "Metodologia Multicritério para avaliação do estado de conservação dos edifícios - Aplicação no âmbito de Renovação Urbana", *IO 2011, Congresso da APDIO - Associação Portuguesa de Investigação Operacional*, FEUC - Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, Portugal, 19-20/4/2011,
- Natividade-Jesus, E., Coutinho-Rodrigues, J. & Tralhão, L. (2012) - "Um modelo multiobjectivo para apoio à decisão em operações de reabilitação urbana", *CINCOS'12, Congress of Innovation on Sustainable Construction*, CentroHabitat - Plataforma para a Construção Sustentável, Universidade de Aveiro, Aveiro, 20-22/9/2012.

Espera-se, também, a futura disseminação deste trabalho através da publicação de novos artigos em revistas internacionais (ISI). Com esse propósito, encontra-se já em preparação um artigo que aborda o desenvolvimento do modelo matemático multiobjectivo apresentado no Capítulo 4.

Prevê-se, ainda, a discussão deste trabalho em conferências científicas internacionais, estando já aceite a seguinte participação:

- Natividade-Jesus, E., Coutinho-Rodrigues, J., Tralhão, L. & Sousa, N. (2013) - "Multi-attribute classification of housing conservation status in urban regeneration actions", EfS Energy for Sustainability 2013, Sustainable Cities: Designing for People and the Planet, Coimbra, 8-10/9/2013.

C > 02

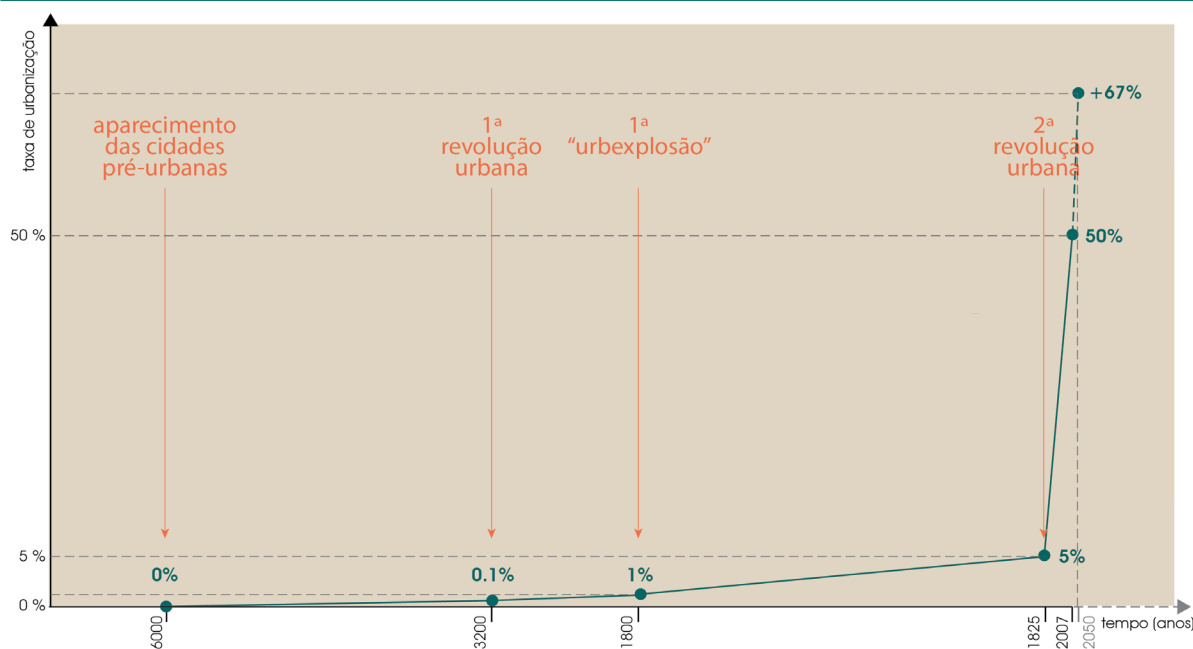
idades, regeneração urbana e sustentabilidade

01 > Da polarização e urbanização às "idades-região"

Tellier, no seu livro *Urban world history: An economic and geographical perspective* [1], define *Polarização* como "fenómeno através do qual as actividades e as pessoas se reúnem pela primeira vez em aldeias e, em seguida, em pequenas cidades, cidades e metrópoles" e considera mesmo que este é "o fenómeno mais importante e mais marcante da história do mundo desde o surgimento da escrita".

Figura 02.01.

Evolução da taxa mundial de urbanização¹ (adaptado de [1])



O início do fenómeno de Polarização terá acontecido aproximadamente 6000 a.c., com o aparecimento das primeiras cidade pré-urbanas, no entanto a sua forma mais comum, a Urbanização ou se assim quisermos, o nascimento das primeiras cidades "urbanas" só terá surgido mais tarde, por volta de 3200 a.c. na Mesopotâmia [1] (Figura

¹ A taxa de urbanização é a percentagem de população que vive em meio urbano em relação à população total do território.

02.01). Coincidiu com a chegada de três inventos que terão revolucionado os mecanismos de transporte e comunicação e que por isso, terão transformado de forma profunda o comércio de longa distância: a roda e o carro de tracção animal, na Ásia Ocidental (3400 a.c.); o transporte por barco (por volta de 4300 a 4000 a.c.); e a escrita (3400 a.c.) [1].

Estas primeiras cidades "urbanas" com dimensões iniciais da ordem dos 40 hectares eram muito maiores que as cidades pré-urbanas (que ocupavam áreas de aproximadamente 3 a 5 hectares). Mas sobretudo, tinham características e organização mais complexas [1], consequência de um conjunto interligado de transformações nas instituições, práticas sociais e modos de organização (social, política e religiosa), nascendo assim, as primeiras formas altamente desenvolvidas de governo, organização e estratificação social [1], [10], [11].

O nascimento destas cidades "urbanas" em conjunto com as fortíssimas alterações sociais e o grande desenvolvimento da actividade económica, aconteceu de forma totalmente independente em seis zonas diferentes do planeta (Figura 02.02) e marcou o início do processo de urbanização, a que Childe denominou de "Revolução Urbana" [10].¹

Figura 02.02.

Seis zonas onde nasceu a (primeira) "Revolução Urbana"



Na Mesopotâmia e áreas mais próximas - Egipto, Anatólia, Fenícia, Grécia e Índia -, os processos de urbanização foram-se desenvolvendo e consolidando. Criaram-se, assim, condições para que 1500 anos mais tarde (1800 a.c) numa zona próxima daquelas regiões, estrategicamente localizada nas margens do Rio Eufrates e muito próxima do Rio Tigre (Figura 02.03), se desse a primeira "explosão urbana" da história - por muitos denominada de "pequeno bang" - e nascesse aquela que pode ser considerada a primeira metrópole verdadeiramente heterogénea e cosmopolita - a cidade da Babilónia [1].

Estas "novas" cidades tinham, como atrás já se referiu, uma organização socio-económica bastante mais complexa e evoluída que as cidades pré-urbanas. Desde modo, a noção de cidade desenvolvida por Childe [10] englobava não só o espaço físico e geográfico "densamente povoado", mas também, todo o conjunto de inter-relações e desenvolvimentos sociais, económicos, políticos e culturais, que ele tão bem sintetizou na sua célebre lista de 10 critérios (ver Smith, M. E., "V. Gordon Childe and the Urban Revolution: a historical perspective on a revolution in urban studies", pag. 10 [11]).

Figura 02.03.

A primeira "explosão urbana" - A cidade da Babilónia



Desde então, muitas cidades, impérios e civilizações se desenvolveram (p.ex. o Império Romano; o Império Bizantino; o Império Chinês; a Civilização Muçulmana; e as grandes cidades de Roma, Constantinopla, Changan-Xian, Bagdade, etc.), mas foram necessários alguns milhares de anos e uma nova invenção - o transporte motorizado, em 1825 - para que se desse uma nova "revolução urbana", que muitos intitulam de "big bang", e para que a população urbana ultrapassasse (provavelmente pela primeira vez) a barreira dos 5% da população mundial [1] - Figura 02.01.

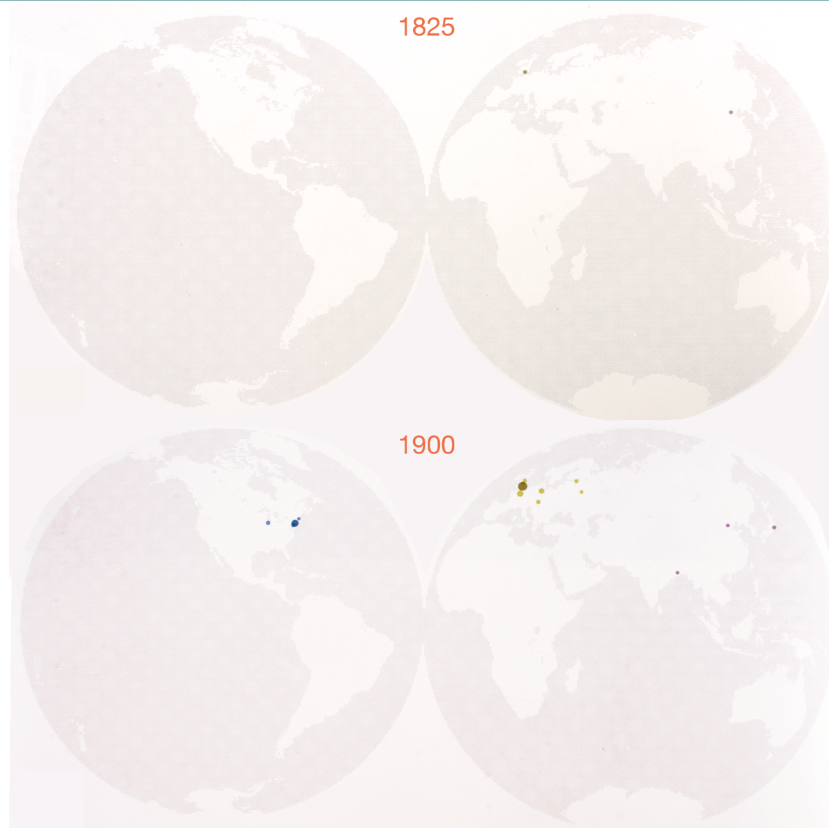
Algumas décadas depois, em 1900, aquela taxa tinha duplicado, mas existiriam apenas doze cidades com mais de 1 milhão de habitantes (em 1825 seriam apenas duas - Londres e Pequim). Em 1950 a população urbana já representaria 30% da população mundial e eram então oitenta e três as cidades com mais de 1 milhão de habitantes - Figura 02.04 e Figura 02.05.

Foram necessários pouco mais de 50 anos para que a UN-HABITAT declarasse formalmente que 2007 marcava a entrada numa nova fase do processo de urbanização - "a new urban millennium" [12] ou "the urban age" [13] - uma vez que pela primeira vez mais de metade da população mundial (3300 milhões) residia em zonas urbanas

e já eram mais de 432 as cidades do mundo com mais de 1 milhão de habitantes [12], [13], [14], [15], [16] - Tabela 02.01, Figura 02.07 e Figura 02.08.

Figura 02.04.

Evolução do número e dimensão das cidades com mais de 1 milhão de habitantes -1825 e 1900 (fonte [13])



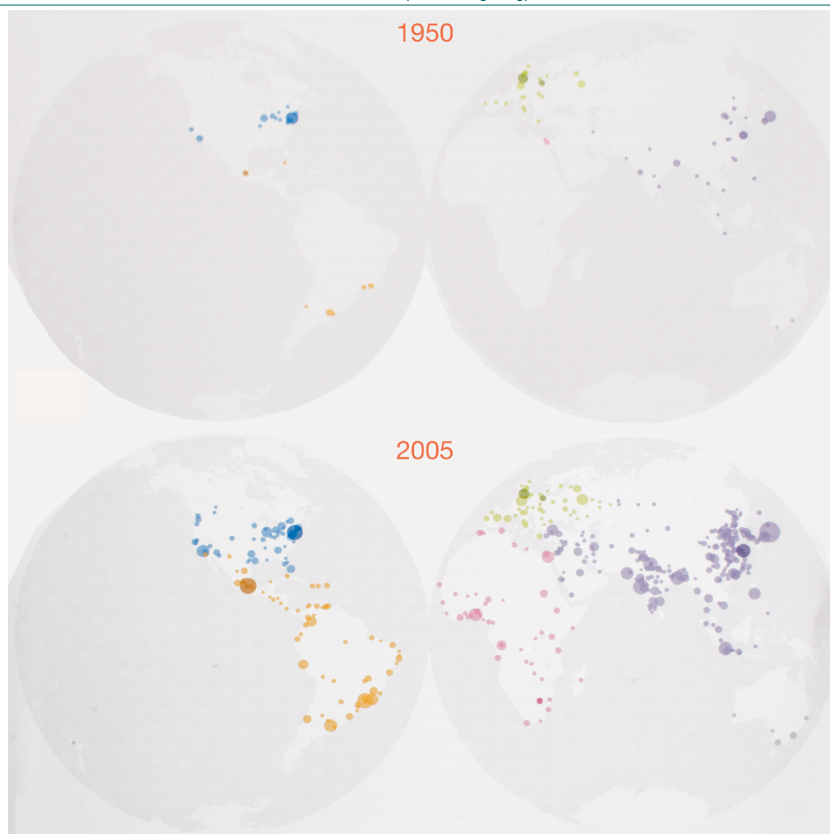
Como referem Soja e Kanai [13], hoje deparamo-nos com "uma urbanização de todo globo e a globalização do urbano com estilo de vida", perspectivando-se que em 2030 sejam já 4900 milhões as pessoas a viver em cidades, isto é, 60% da população mundial, sendo que nas regiões mais desenvolvidas esta percentagem ultrapassará os 80% [16]. Prevê-se também, que em 2050, mesmo nas regiões menos desenvolvidas, a população urbana represente cerca de 65% da sua população [15], [16] - Figura 02.07 e Figura 02.08.

Com esta "globalização do urbano" passou-se de um fenómeno de crescimento e densificação das cidades em torno do seu centro, para um processo de espalhamento e desconcentração policêntrica em redor do seu núcleo "histórico" [13].

Nascem assim, numa primeira fase, cidades mais pequenas em torno da cidade histórica (ou inicial), que em razão do seu crescimento horizontal se acabam por "unir" (processo de conurbação) e originar as denominadas metrópoles ou regiões metropolitanas.

Figura 02.05.

Evolução do número e dimensão das cidades com mais de 1 milhão de habitantes - 1950 e 2005 (fonte [13])



O crescimento contínuo destas regiões em dimensão, mas também, em influência social, cultural e económica e um novo processo de conurbação, desta vez entre regiões metropolitanas, resultado do estabelecimento de importantes relações socio-económicas e intenso fluxo de pessoas, bens e serviços, deram origem ao que hoje se denominam por megalópoles ou "cidades-região" [17], caracterizadas pela sua enorme magnitude económica e demográfica e pela sua extensão "quasi-continental" [13] - ver Figura 02.06.

Temos hoje 28 regiões com mais de 10 milhões de habitantes - mega-cidades - 12 das quais com mais de 20 milhões de habitantes (sendo que a cidade-região de Tóquio, que inclui Yokohama, Kawasaki e Saitama, atinge quase os 35 milhões de habitantes). São já mais de 500 as cidades com mais de 1 milhão de habitantes que, em conjunto, totalizam mais de 1.7 biliões de habitantes, isto é, 25% da população mundial. Estas, apesar de ocuparem apenas uma pequena parcela da superfície terrestre - Figura 02.05 e Figura 02.06 -, representam a grande maioria do ambiente construído pelo homem, da riqueza económica existente e do desenvolvimento cultural do planeta, e em consequência, do poder político mundial [13].

Figura 02.06. "world by night" e as "cidade-região" (fonte [18])

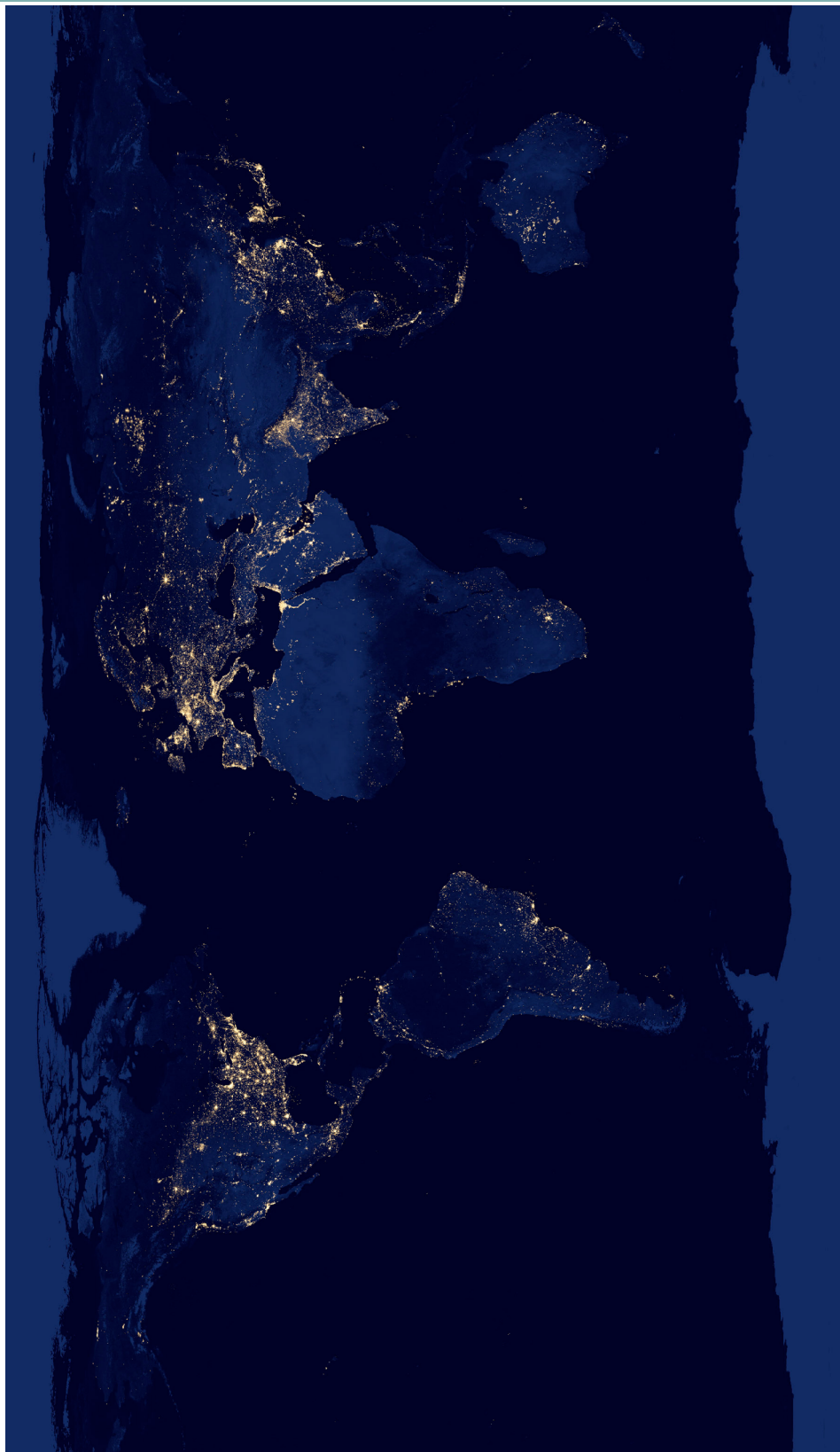
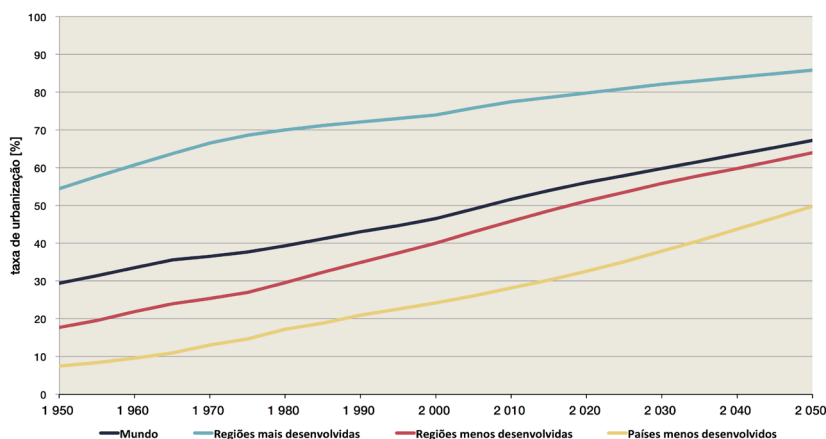


Tabela 02.01. Algumas cidades do mundo com mais de 1 milhão de habitantes em 2013 (fonte [19])

Posição	Nome (original)	Nome (Inglês)	País	População	Observações
1	Tókyo	Tokyo	Japão	34 700 000	incl. Yokohama, Kawasaki, Saitama
2	Guangzhou	Canton	China	26 400 000	Northern Pearl River Delta incl. Dongguan, Foshan, Jiangmen, Zhongshan
3	Jakarta	Jakarta	Indonésia	26 000 000	incl. Bekasi, Bogor, Depok, Tangerang, Tangerang Selatan
3	Shanghai	Shanghai	China	26 000 000	incl. Suzhou
5	Seoul	Seoul	Coreia do Sul	25 600 000	incl. Bucheon, Goyang, Incheon, Seongnam, Suwon
6	Delhi	Delhi	Índia	23 700 000	incl. Faridabad, Ghaziabad, Gurgaon
7	Ciudad de México	Mexico City	México	23 600 000	incl. Nezahualcóyotl, Ecatepec, Naucalpan
8	Karachi	Karachi	Pakistão	22 300 000	
9	Manila	Manila	Filipinas	21 900 000	incl. Kalookan, Quezon City
10	New York	New York	EUA	21 600 000	incl. Bridgeport, Newark, New Haven
11	São Paulo	São Paulo	Brasil	21 400 000	incl. Guarulhos
12	Mumbai	Bombay	Índia	21 200 000	incl. Bhiwandi, Kalyan, Thane, Ulhasnagar, Vasai-Virar
13	Los Angeles	Los Angeles	EUA	17 100 000	incl. Anaheim, Riverside
14	Beijing	Beijing	China	16 900 000	
15	Osaka	Osaka	Japão	16 800 000	incl. Kobe, Kyoto
16	Moskva	Moscow	Rússia	16 300 000	
17	Al-Qāhira	Cairo	Egipto	16 000 000	incl. Al-Jizah, Hulwan, Shubra al-Khaymah
17	Dhaka	Dacca	Bangladesh	16 000 000	
19	Kolkata	Calcutta	Índia	15 900 000	incl. Haora
20	Buenos Aires	Buenos Aires	Argentina	14 500 000	incl. San Justo, La Plata
21	Krung Thep	Bangkok	Tailândia	14 300 000	
22	Tehrān	Tehran	Irão	13 800 000	incl. Karaj
23	Istanbul	Istanbul	Turquia	13 600 000	
24	London	London	Grã-Bretanha	13 300 000	
25	Lagos	Lagos	Nigéria	13 000 000	
26	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Brasil	12 800 000	incl. Nova Iguaçu, São Gonçalo
27	Paris	Paris	França	10 600 000	
28	Shenzhen	Shenzhen	China	10 100 000	
28	Tianjin	Tientsin	China	10 100 000	
68	Madrid	Madrid	Espanha	5 400 000	
74	Milano	Milan	Itália	5 050 000	
83	Ruhrgebiet	The Ruhr	Alemanha	4 600 000	
89	Berlin	Berlin	Alemanha	4 400 000	
94	Barcelona	Barcelona	Espanha	4 200 000	
97	Napoli	Naples	Itália	4 125 000	
115	Athínai	Athens	Grécia	3 600 000	
124	Roma	Rome	Itália	3 425 000	
146	Izmir	Izmir	Turquia	2 900 000	
151	Rotterdam	Rotterdam	Holanda	2 850 000	incl. 's-Gravenhage (The Hague)
155	Birmingham	Birmingham	Grã-Bretanha	2 775 000	
160	Manchester	Manchester	Grã-Bretanha	2 725 000	
165	Hamburg	Hamburg	Alemanha	2 650 000	
173	Lisboa	Lisbon	Portugal	2 575 000	
180	Budapest	Budapest	Hungria	2 525 000	
187	Katowice	Katowice	Polónia	2 425 000	Upper Silesian Area
204	Leeds	Leeds	Grã-Bretanha	2 250 000	
204	Warszawa	Warsaw	Polónia	2 250 000	
219	Stockholm	Stockholm	Suécia	2 125 000	
222	München	Munich	Alemanha	2 100 000	
235	Stuttgart	Stuttgart	Alemanha	1 990 000	
236	Amsterdam	Amsterdam	Holanda	1 980 000	incl. Haarlem
236	Bruxelles	Brussels	Bélgica	1 980 000	
242	Bucureşti	Bucharest	Roménia	1 960 000	
242	Frankfurt	Frankfurt	Alemanha	1 960 000	
250	Köln	Cologne	Alemanha	1 920 000	
283	Torino	Turin	Itália	1 680 000	
289	Adana	Adana	Turquia	1 640 000	
298	Lyon	Lyon	França	1 590 000	
307	Marseille	Marseille	França	1 570 000	
314	Valencia	Valencia	Espanha	1 560 000	
331	København	Copenhagen	Dinamarca	1 470 000	
337	Glasgow	Glasgow	Grã-Bretanha	1 440 000	
339	Gaziantep	Gaziantep	Turquia	1 430 000	
341	Praha	Prague	República Checa	1 420 000	
348	Liverpool	Liverpool	Grã-Bretanha	1 390 000	
356	Sheffield	Sheffield	Grã-Bretanha	1 360 000	
369	Sofia	Sofia	Bulgária	1 310 000	
378	Dublin	Dublin	Irlanda	1 290 000	
386	Mannheim	Mannheim	Alemanha	1 260 000	
392	Rostov-na-Donu	Rostov-on-Don	Rússia	1 250 000	
394	Lille	Lille	França	1 240 000	incl. Kortrijk (Belgium)
401	Düsseldorf	Dusseldorf	Alemanha	1 230 000	
405	Zürich	Zurich	Switzerland	1 210 000	
406	Sevilla	Sevilla	Espanha	1 200 000	
416	Helsinki	Helsinki	Filândia	1 180 000	
416	Porto	Porto	Portugal	1 180 000	
420	Kazan'	Kazan	Rússia	1 170 000	
424	Omsk	Omsk	Rússia	1 160 000	
435	Konya	Konya	Turquia	1 120 000	
441	Newcastle upon Tyne	Newcastle upon Tyne	Grã-Bretanha	1 110 000	
465	Nürnberg	Nuremberg	Alemanha	1 060 000	
468	Antalya	Antalya	Turquia	1 050 000	
492	Antwerpen	Antwerp	Bélgica	1 010 000	

Figura 02.07.

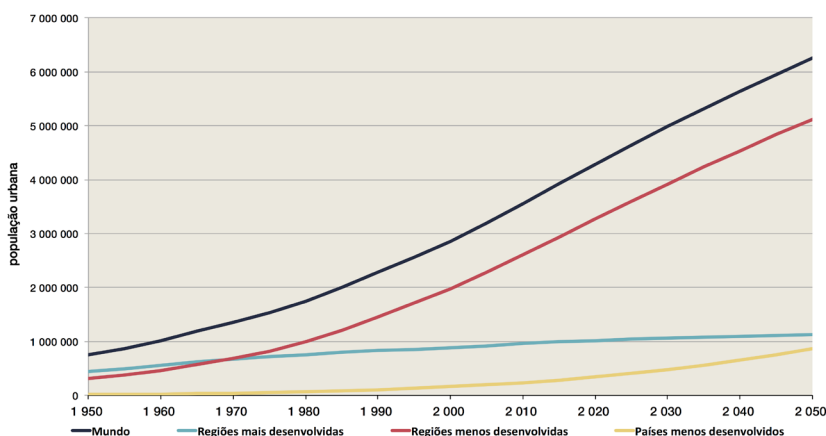
Evolução da taxa de urbanização, por regiões



Parece inquestionável uma fracção cada vez maior da população mundial vai sendo atraída pelo modo de vida urbano (os dados existentes e as projecções de evolução futura, assim o comprovam). No entanto, esta atracção e o consequente crescimento das cidades e regiões urbanas, não terá (necessariamente) os mesmos padrões e características de desenvolvimento em todas as regiões do mundo - Figura 02.08.

Figura 02.08.

Evolução da população urbana, por regiões



De facto as cidades das regiões mais desenvolvidas e as das regiões menos desenvolvidas deparam-se hoje com "estádios de urbanização" distintos e com perspectivas de evolução bastante diferentes. Assim, os desafios, problemas e dificuldades com que hoje se deparam são, por isso, também bastante distintos - Figura 02.09.

Vamos agora descrever alguns desses desafios e problemas, concentrando-nos nos que afectam os países mais desenvolvidos.

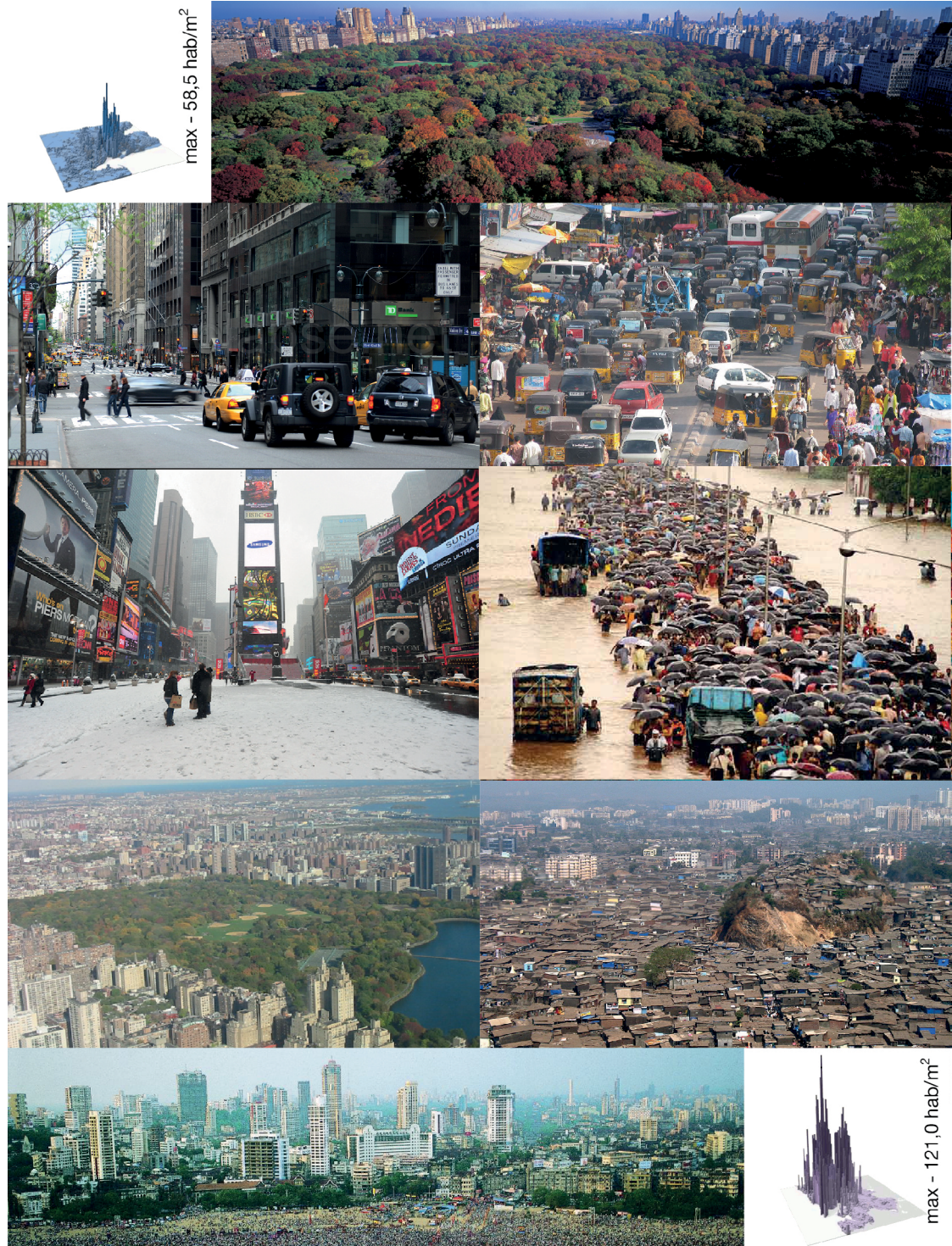


Figura 02.09. Nova Iorque vs Bombaim

1. Nova Iorque - Central Park 2. Bombaim - Cidade e Praia 3. Trânsito em Nova Iorque 4. Trânsito em Bombaim 5. Neve em Nova Iorque 6. Cheias em Bombaim 7. Vista área sobre Manhattan 8. Vista aérea sobre as favelas de Bombaim 9. Mapa 3D - Densidade populacional de Nova Iorque 10. Mapa 3D - Densidade populacional de Bombaim

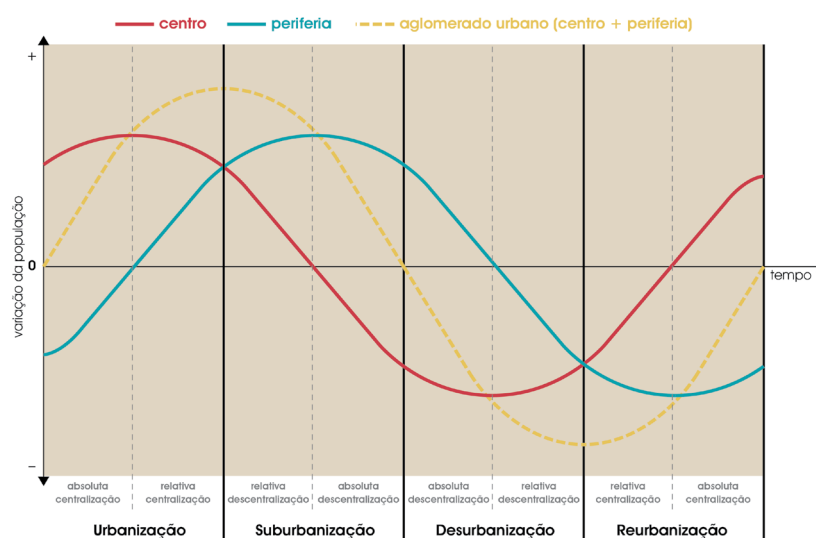
9	1
3	4
5	6
7	8
2	10

02> O desenvolvimento das cidades modernas e os "centros históricos"

As definições e modelos iniciais descreviam a urbanização "como um processo de concentração da população que se processa por duas vias: a multiplicação dos pontos de concentração; e o crescimento individual de cada um desses pontos" (Tisdale [20], citado por Berry [21]). Resumem, assim, a urbanização a um processo difuso e contínuo, através do qual os centros urbanos se iam expandindo de forma concêntrica para as zonas rurais limítrofes [22], [23]. No entanto, a realidade e nomeadamente os padrões de desenvolvimento e urbanização que ocorreram nos países mais desenvolvidos, mostraram ser bem mais complexos e, por isso, novos modelos tem vindo a ser desenvolvidos e estudados [24]. É o caso do "modelo cíclico dos estádios de urbanização", esquematizado na Figura 02.10 (com as contribuições de Hall [25], Klaassen et al. [6] e Berg et al.[7]).

Figura 02.10.

O "modelo cíclico dos estádios de urbanização" (adaptado de [2])



Este modelo analisa a região urbana no seu conjunto (núcleo central - ou centro - e periferia) e admite vários estádios no processo de desenvolvimento: urbanização; suburbanização; desurbanização; e reurbanização. Cada um destes estádios pode ainda ser subdividido em duas fases, com base na mudança de ganho para perda populacional, no centro ou na periferia - podendo assim, ter-se centralização ou descentralização, absoluta ou apenas relativa) [2].

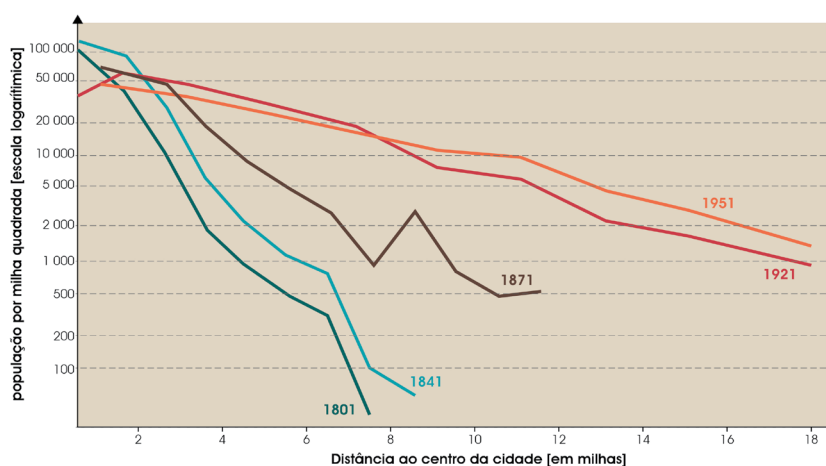
Assim, a primeira fase - urbanização - consiste na migração da população das zonas periféricas e rurais para o centro da cidade - a cidade "inicial" ou "cidade histórica" -, na procura de mais e melhores oportunidades de emprego, acesso mais próximo e diversificado a

serviços (p.ex. saúde, educação, lazer e cultura), em resumo, "melhores condições de vida". Ocorrendo assim, um rápido aumento da concentração populacional e da dimensão dos centros urbanos.

Como já se referiu, o processo de desenvolvimento das cidades esteve, desde "sempre", relacionado com a evolução dos modos e infraestruturas de transporte e comunicação (Lewis & Maund [26] citado por Antrop [3]). Assim, nos países mais desenvolvidos, nomeadamente no norte da Europa e E.U.A. esta "grande" urbanização - o que muitos denominam de "big bang" [1] - ocorreu no século XIX e inícios do século XX, com a Revolução Industrial e o aparecimento do transporte motorizado. Veja-se o exemplo de Londres na Figura 02.11, onde se pode observar a evolução da densidade populacional e a expansão do centro para a periferia entre 1801 e 1951.

Figura 02.11.

Densidade populacional na cidade de Londres, 1801-1951 (adaptado de [27])



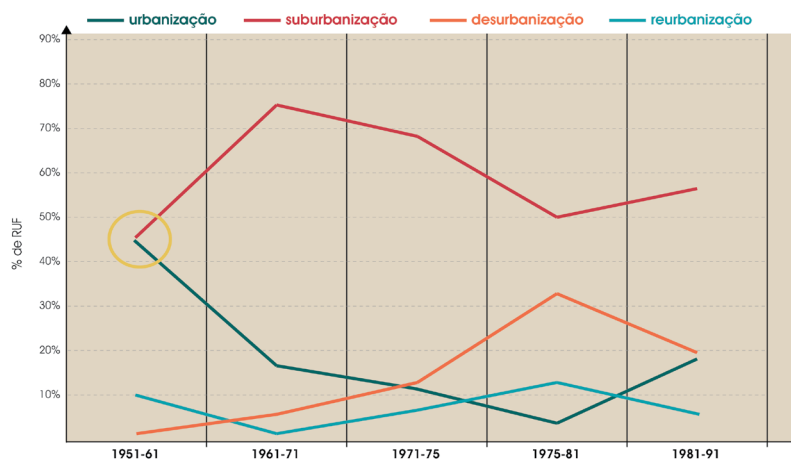
Após a 2.ª Guerra Mundial e a massificação do uso do automóvel, inicia-se uma nova era no conceito de mobilidade - o transporte individual e a construção de novas vias de comunicação. Em consequência, as cidades (ou melhor, os centros das cidades) começam a debater-se com graves problemas de congestionamento de tráfego, poluição, segurança e mesmo "custo de vida". O espaço disponível para novas construções torna-se cada vez mais escasso e, por isso, mais caro e as cidades começam a sofrer grandes transformações na sua configuração [3]. Inicia-se, assim, nos finais da década de 50 (no norte da Europa¹ e América do Norte) uma segunda fase do desenvolvimento urbano - a suburbanização - caracterizada por um rápido crescimento da população na periferia da cidade (os subúrbios), isto é, por uma descentralização da cidade [2], acompa-

¹ Na Figura 02.12 podemos observar a percentagem de Regiões Urbanas Funcionais (RUF) com mais de 330 mil habitantes, pertencentes a países do norte da Europa (Reino Unido, Irlanda, Dinamarca, Alemanha Ocidental, Bélgica e Holanda), de acordo com os estádios de desenvolvimento em que se encontram.

nhada na grande maioria dos casos por uma forte redução da população e de actividade no antigo centro urbano (Figura 02.10 e Figura 02.12).

Figura 02.12.

Estádios do desenvolvimentos urbano no norte da Europa - em % de RUF (adaptado de [3])



Estes "subúrbios", no entanto, tinham (e em alguns casos, ainda têm) uma conotação negativa [28], estando associados ao conceito de "cidade-dormitório", dependente da cidade (histórica) em termos de trabalho, compras ou oferta de actividades culturais e recreativas [29]. Só mais tarde, com a descentralização das actividades industriais e comerciais para estas zonas, aquela conotação e dependência se começa a esbater e inicia-se o que muitos intitulam a "urbanização dos subúrbios" (Birch [30] citado por Champion [2]).

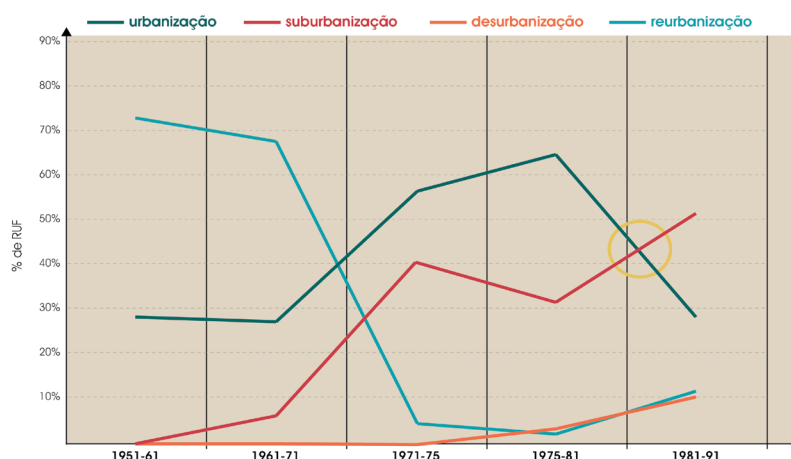
Passa-se assim, nos anos seguintes - décadas de 70 e 80 do século XX - a uma nova fase, a desurbanização - por alguns designada por "contraurbanização" [2], [3], [31] - onde a cidade e os seus subúrbios, ou seja todo o aglomerado urbano, entra em declínio industrial e populacional, em detrimento das pequenas cidades (eventualmente, "mais rurais"), que assim crescem, em população e dimensão e se "urbanizam". Será a já referida "globalização do urbano como estilo de vida" [13].

Em Portugal este processo de desenvolvimento urbano foi (talvez) ainda mais intenso, embora, à semelhança do que aconteceu em outros países do sul da Europa tenha acontecido significativamente mais tarde - veja-se na Figura 02.13 o ponto de cruzamento, no início da década de 80 do século XX, em que se observa o declínio da fase de urbanização e crescimento da suburbanização. Este crescimento terá sido fortemente acelerado pela entrada do país para a União Europeia, que possibilitou: o aumento do rendimento per capita; o aumento da utilização do automóvel - i.e. da taxa de motorização, que passou de 203 veículos/1000 habitantes em 1991, para 446 veícu-

los/1000 habitantes em 2011, segundo dados do INE; o melhoramento das infraestruturas rodoviárias - o número de quilómetros construídos de auto-estradas era de 235 km em 1988, crescendo para 2737 km em 2010 [32], [33]; e um enorme crescimento na área comercial/retalho nas zonas periféricas [34], [35].

Figura 02.13.

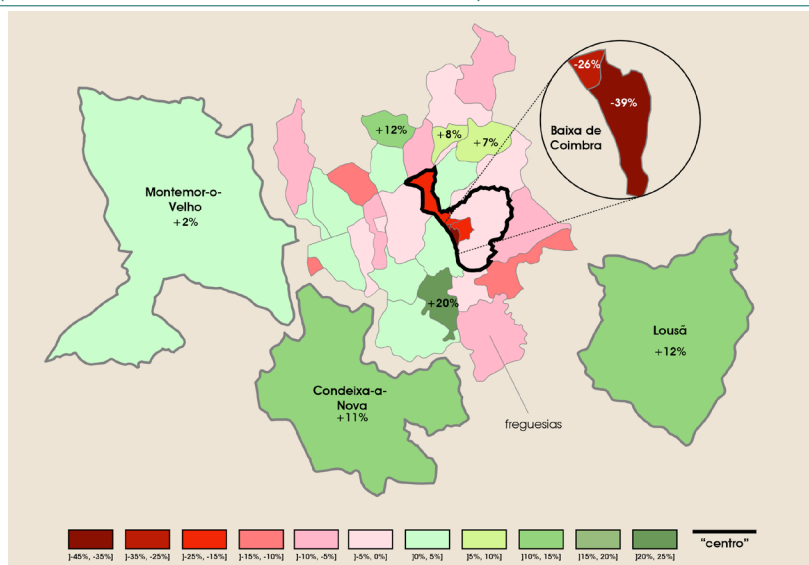
Estádios do desenvolvimentos urbano no norte da Europa - em % de RUF (adaptado de [3])



Coimbra é um bom exemplo [34] destas alterações. Nos últimos anos, verificaram-se melhorias significativas nas infraestruturas rodoviárias, o que tem contribuído para um significativo e continuado crescimento populacional e urbanístico na periferia - incluindo vilas e cidades mais próximas - e um acentuado decréscimo da população e da actividade comercial no centro urbano - Figura 02.14.

Figura 02.14.

Variação da população [%] entre 2001-2011 na região de Coimbra (fonte: INE, Censos 2001 e Censos 2011)



Os residentes, a indústria e os serviços deslocaram-se para fora do centro urbano para evitar o congestionamento e tirar partido dos menores custos de aquisição de solo para se instalarem. Esta dispersão geográfica tornou difícil o planeamento e economicamente insustentável a exploração de transportes colectivos adequados. Permaneceram nos velhos centros urbanos, em geral, as pessoas mais desfavorecidas (idosos e pobres). Assim, em muitas cidades Europeias e Americanas, esses centros ficaram cada vez mais deteriorados e com pessoas demasiado pobres para acederem a empregos de qualidade, muitos destes agora deslocados para os subúrbios. Este crescimento periurbano, juntamente com o abandono e degradação acentuada do centro urbano, comportou importantes impactos sociais, económicos e ambientais (Oatley [4] citado em Hemphill et al.[5]).

Para combater este cenário, muitas cidades estão a tentar reabilitar os seus centros urbanos antigos, o que, em conjunto com a conjuntura económica com que os países mais desenvolvidos (nomeadamente, Europa e E.U.A.) se deparam actualmente - recessão económica; elevados índices de desemprego (em particular nas camadas etárias mais jovens); diminuição acentuada dos rendimentos das famílias; crise do sector imobiliário e dificuldades de acesso ao crédito; subida dos preços dos combustíveis e consequente aumento dos custos de deslocação casa-trabalho – parece estar a conduzir, em muitas destas cidades, a uma estagnação do crescimento dos subúrbios com as populações a começarem a (querer) regressar ao centro (histórico) [36], [37], [38], [39], [40].

Portanto, embora ainda não completamente consensual [2], [39], parece que muitas cidades dos países mais desenvolvidos começam a mostrar fortes indícios de terem iniciado o 4.º estágio do modelo do desenvolvimento urbano proposto por Berg & Klaassen [6], [7], isto é, a fase de reurbanização, caracterizada, primeiro por uma relativa e depois por uma absoluta, centralização - ver Figura 02.10.

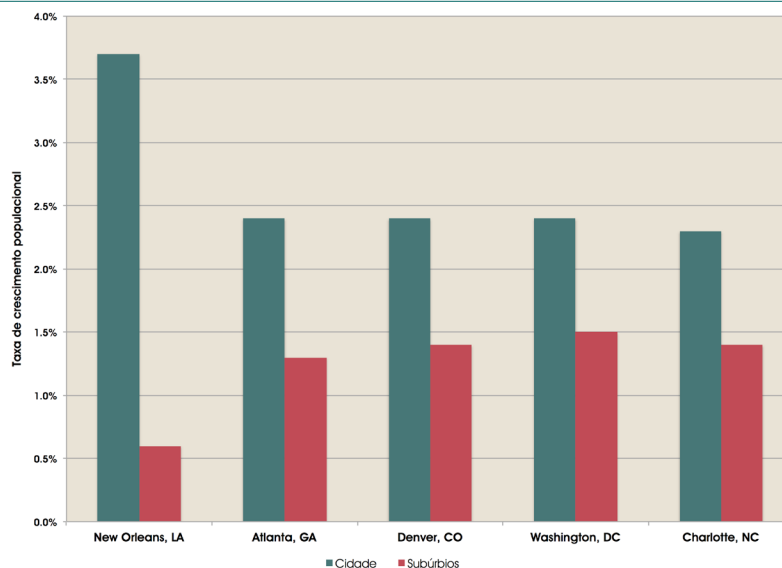
De facto, esta tendência pela reurbanização e centralização era já uma realidade em França na década de 90 do século XX, como confirmaram Ogden & Hall [41], com base em dados dos Censos franceses. Mas também no Reino Unido [39], onde por exemplo, a população no centro da cidade de Manchester passou de apenas 200 habitantes em 1993 para mais de 6000 em 2000 (um crescimento de 3000%) e em Liverpool onde em período semelhante o centro da cidade registou um aumento da população de 2300 para 9000 habitantes [39].

Também na Austrália, Canadá e E.U.A. esta tendência tem sido notada [2]. Dados publicados recentemente pelo United States Census Bureau [42], mostram mesmo que o ano de 2011 foi o primeiro em

mais de nove décadas, em que em 33 das 51 maiores e principais cidades das áreas metropolitanas americanas, a população do centro urbano primário cresceu mais que a população nos respectivos subúrbios - (Figura 02.15).

Figura 02.15.

EUA, crescimento da população - cidade e subúrbios, 2010-2011
(fonte: Census Bureau, Junho 2012)



Uma análise efectuada a estes dados por William H. Frey (investigador e reconhecido especialista em estudos demográficos) [43], levam-no a afirmar que, no que diz respeito aos E.U.A., “o crescimento (populacional) da cidade nos últimos anos foi claramente mais rápido do que o crescimento suburbano, sugerindo uma maior capacidade de atracção das cidades” e que “o que pode parecer uma trégua temporária do desenvolvimento suburbano, pode vir a ser uma oportunidade para algumas cidades mostrarem o seu frequentemente citado estilo de vida e oferta de equipamentos culturais a uma nova geração de moradores e colaboradores, de modo que em algumas regiões, uma nova versão do *American Dream* poderá criar raízes” [43].

Muitos outros especialistas em estudos demográficos e sociólogos reforçam estas conclusões, afirmando claramente que são cada vez maiores os sinais que os jovens adultos estão a “forçar o nariz” ao velho *American Dream* e a abandonar a casa própria (ou dos pais) nos subúrbios e as deslocações diárias em carro próprio, por um habitação arrendada no centro da cidade e pela utilização de transportes colectivos e identificam nesta tendência o nascimento de uma nova geração – a *Generation Rent* - perspectivando aqui uma “oportunidade de ouro” para as cidades [43].

Parece-nos, embora sem números tão fiáveis como os atrás referidos para o comprovar, que esta inversão começa também a nascer nas principais cidades portuguesas - p.ex. no Chiado em Lisboa, na Ribeira no Porto, na Alta Universitária em Coimbra – com o crescimento cada vez mais notório da procura de casa (reabilitada) nestes locais, na grande maioria dos casos para arrendar, por parte de jovens adultos em início de carreira. Na verdade, se os dados disponíveis ainda são escassos para comprovar este fenómeno na maioria das cidades portuguesas, já em Lisboa os resultados da evolução populacional dos últimos Censos (1991, 2001 e 2011), parecem dar indicações relativamente fiáveis de que a tendência da reurbanização e o regresso à "cidade histórica" é uma realidade.

Observando a Figura 02.17, facilmente concluímos que se entre 1991 e 2001, 14 das 15 freguesias¹ da zona central e histórica da cidade tiveram quebras de população superiores a 14% (a única excepção, é a freguesia Encarnação que viu a sua população crescer 4%), sendo que 10 destas freguesias apresentaram quedas superiores a 25%, incluindo 4 freguesias com quedas superiores a 35%. Já entre 2001 e 2011 - Figura 02.17 - 5 freguesias da zona central e histórica de Lisboa, precisamente as mais centrais na zona renovada da "Baixa-Chiado" as freguesias da Madalena, São Nicolau, Mártires e Santa Justa e na zona da "Mouraria" a freguesia do Socorro, viram a sua população aumentar, sendo que duas dessas freguesias tiveram taxas de crescimento superiores a 12% (saliente-se que no mesmo período, apenas 6 dos 18 concelhos que constituem a área metropolitana de Lisboa tiveram crescimentos superiores a estes valores).

Esta renovada procura pelo "centro histórico" terá porventura inúmeras razões (quer sociais, quer económicas) e estas poderão variar de país para país, e principalmente de cidade para cidade. No entanto, gostaríamos de destacar aqui algumas, que nos parecem serem as mais consensuais e mais frequentemente apontadas nos estudos e inquéritos realizados. Assim [37], [39], [44], [45], [46], [47], [48]:

- 1) Em primeiro lugar, ela (a nova procura pelo "centro histórico") parece estar muito associada ao surgimento de uma nova classe de jovens profissionais - pós-industrial - no sector dos negócios, da (alta) finança e da indústria criativa que encontra nestes locais, por um lado, maior oferta, diversidade e oportunidades de trabalho e, por outro, um lugar vibrante, criativamente efervescente e culturalmente rico;
- 2) Em segundo, uma mudança na estrutura tradicional das famílias: maior número de pessoas a viverem sozinhas e a casarem (ou constituírem família) muito mais tarde; famílias mais pequenas e muitas delas sem filhos. Elas encontram no "centro histórico", uma maior oferta de casas de menor dimensão, mas

¹ As freguesias a que aqui nos referimos, estão de acordo com a "antiga" organização administrativa (i.e. anterior à Reorganização Administrativa das Freguesias ocorrida em 2012).

também, uma maior oferta de casas para arrendar, que melhor satisfazem as suas preferências económicas, de mobilidade e flexibilidade de mudança;

- 3) Parece também ser transversal, a atracção pela arquitectura diferenciada, porventura mais "charmosa" e "elegante" proporcionada pelo "centro histórico";
- 4) Por último, a centralidade intrínseca do "centro histórico" e a crescente "aversão" à utilização massiva do automóvel e às longas deslocações casa-trabalho, para o que também contribuirá, quer o contínuo aumento do custo dos combustíveis, quer uma maior consciência social e ambiental.



Figura 02.16. **Baixa-Chiado | Centro Histórico de Lisboa**

1 e 2. Incêndio do Chiado - 1988 (que ironicamente viria a impulsionar a reabilitação desta zona da cidade) **3 e 4.** Edifícios degradados **4.** O Largo do Chiado pós-reabilitação **6, 7 e 9.** Edifícios de habitação reabilitados (exterior e interiores) - o "charme da nova cidade"

	1	2
3	5	4
6	7	8

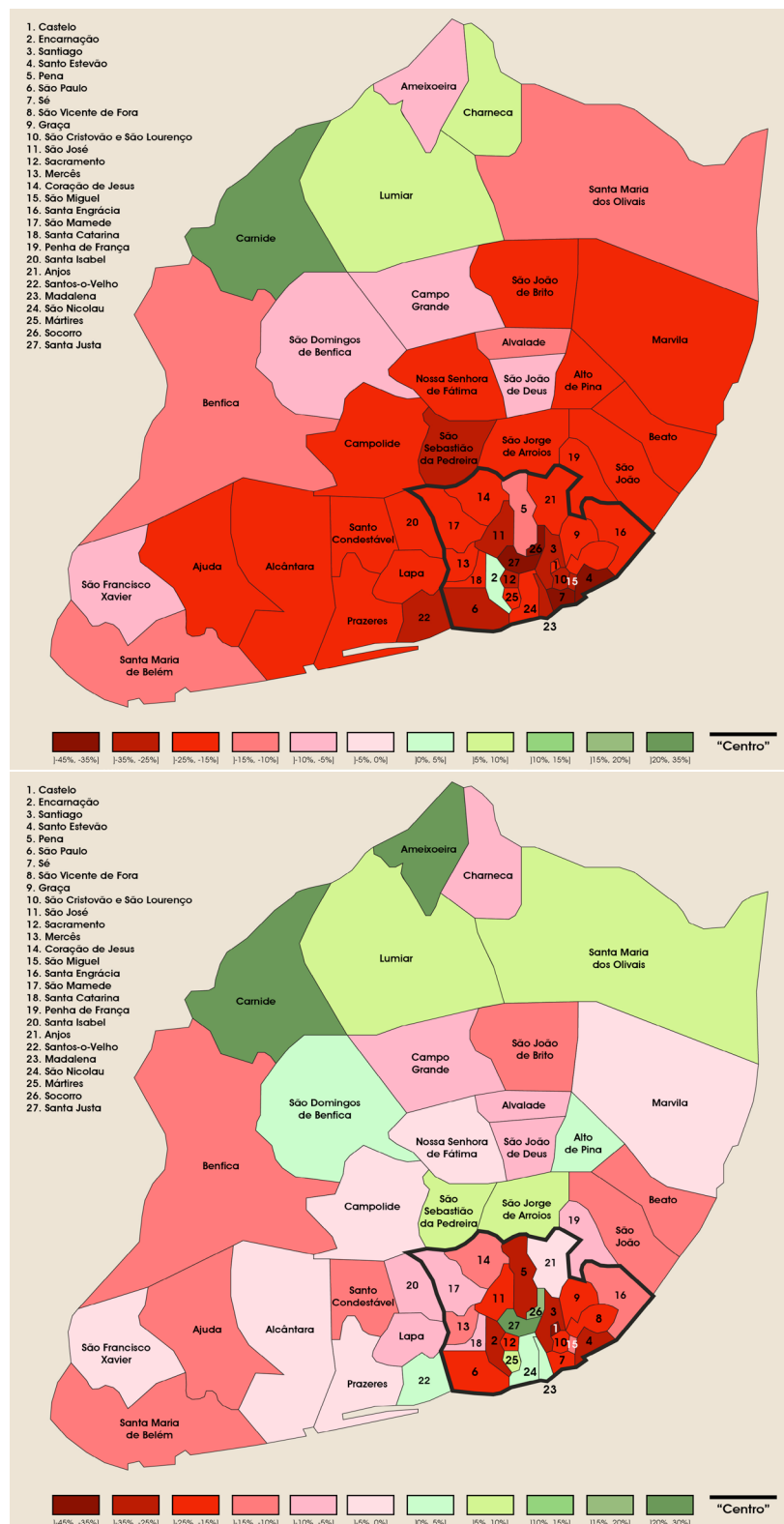


Figura 02.17. **Variação da população nas freguesias de Lisboa** (fonte: INE, Censos 1991, Censos 2001 e Censos 2011)

1. Entre 1991 e 2001 2. Entre 2001 e 2011

03> Regeneração urbana e desenvolvimento sustentável

Depois de termos efectuado uma breve reflexão sobre o processo de evolução e desenvolvimento das cidades e sobre a tendência actual de reurbanização e centralização - uma nova *urban age* e o "regresso ao centro histórico" -, parece ser unânime a premência e importância que a "renovação" urbana tem, e terá, nas perspectivas de desenvolvimento futuro do mundo e sociedades modernas.

Assim, vamos agora concentrarmo-nos na problemática da "renovação" urbana. Começando pela evolução do próprio conceito de "renovação" e das políticas a ele associadas. Passa-se, depois, a abordar e analisar a sua estreita relação com a cada vez mais universal preocupação com o desenvolvimento sustentável.

03.01> Evolução do conceito e políticas de renovação

As primeiras políticas de conservação estavam concentradas na preservação de monumentos e edifícios que demonstrassem significado e relevância histórica, patrimonial, religiosa e/ou cultural - denominados "edifícios classificados" (*The Athens Charter for the Restoration of Historic Monuments*, 1931 [49]). Todavia, é reconhecido que o impacto destas políticas era bastante limitado e que muitas das vezes se verificaram danos causados por intervenções inadequadas no espaço urbano e edifícios localizados na proximidade desses "edifícios classificados" [50], [51].

Assim, percebeu-se que o carácter, valor e significado de cada um daqueles edifícios ia além dos seus próprios limites e dimensão física. E que aqueles não poderiam na maioria dos casos ser separados do seu meio envolvente - a rua e os seus objectos, o padrão e a silhueta urbana, etc. A este respeito recorde-se a afirmação atribuída a Andre Malraux, Ministro da Cultura, o primeiro da história da França (em 1958), do governo do General De Gaulle, em que dizia que "continuaríamos a reconhecer Paris, se alguém destruísse a Catedral de *Notre Dame*, mas que se alguém destruísse as margens do Sena, todo o carácter de Paris estaria perdido" [51].

Assim, o conceito de protecção e conservação foi alargado de modo a abranger também toda esta área circundante, analisando e protegendo o edifício e a envolvente como um todo - as denominadas *area-based conservation policies* [52]. Estas políticas surgiram praticamente em simultâneo um pouco por toda a Europa sendo o primeiro exemplo o *Monumentenwet* (O Acto Monumento) na Holanda, em 1961.

Um pouco depois, em 1962, em França surgiram os *Secteurs Sauvegardés* criados pela *Loi Malraux* [53] e aplicados em cidades como *Dijon*, *Uzès*, *Tours*, *Nancy*, ou nos quarteirões históricos das cidades de *Avignon* e *Lyon* e ainda, no (provavelmente) mais ambicioso, complexo e famoso *Secteur Sauvegardé* - o aristocrático bairro de *Le Marais* em Paris (declarado *Secteur Sauvegardé* em 1965) [51], [54].



		1
2	3	4
5	6	7

Figura 02.18. **Paris, o rio Sena e o Le Marais**

1. A cidade e as margens do Sena 2. O Sena e a Catedral de Notre Dame 3. Como se vivia o Sena
4. Como se vive o Sena - O Sena e as suas "novas" praias
5. Le Secteur Sauvegardé "Le Marais" - Delimitação da área sobre imagem aérea 6. Le Marais - Rue des Hospitalières 7. Le Marais - Jardins da Place des Vosges

Outros exemplos vieram do Reino Unido com a implementação do *Civic Amenities Act*, em 1967 e da Itália, também em 1967 com a criação do *Piani Particolareggiati per i Centri Storici* [50] [52].

Já nos E.U.A., embora o primeiro documento oficial (legislação federal) só tenha surgido em 1966 com a publicação do *National Historic Preservation Act*, já em 1926, por iniciativa (do sector privado) liderada pelo reverendo W. A. R. Goodwin e com os fundos disponibilizados pelo multimilionário e filantropo *John Davison Rockefeller*, tinha sido iniciado um movimento para a preservação dos edifícios da zona histórica de *Williamsburg* (cerca de 112 hectares), que a transformaram numa verdadeira "cidade-museu" [50].



1	2	3
4	5	6

Figura 02.19. Williamsburg - E.U.A., a "cidade-museu"

1. Jardim do Palácio do Governador 2. The Sir Christopher Wren Building 3. Cavalos no pasto e casa colonial 4, 5 e 6. Williamsburg e a sua gente

No entanto, muitos destes projectos estavam intensamente focados nos aspectos físicos dos edifícios e infraestruturas (p.ex. o *Secteur Sauvegardé - Le Marais* em Paris e o *Secteur Sauvegardé - Vieux-Lyon* onde 80% da sua população original de 15000 habitantes foi transferida para habitação social na periferia [51]) e esqueciam outros aspectos, não menos importantes, de natureza social, económica e cultural, e faziam emergir sentimentos de injustiça e conflitos sociais [55].

De facto, o atrair de investimentos para as zonas renovadas (ou preservadas) faz crescer o valor do mercado imobiliário e, em consequência, muitos dos moradores de mais baixos rendimentos que ocupavam estas zonas antes da sua renovação deixam de ter capacidade de suportar o custo das casas e são obrigados a ir procurar habitação, a preços mais baixos, na periferia, deixando as suas velhas casas - agora renovadas - para as classes de maiores rendimentos - *Gentrificação*¹.

¹ *Gentrificação* (do inglês *gentrification*, de *gentry*, pequena nobreza) - processo de recuperação do valor imobiliários e de revitalização de uma zona central da cidade após período de degradação física, económica e social, geralmente acompanhada da deslocação dos residentes com menor poder económico para outro local, e da entrada de residentes com maior poder económico. É um processo profundamente estudado e documentado, muitas das vezes criticado pelos especialistas em planeamento urbano, mas também em alguns casos e, mais recentemente, apontado com uma oportunidade para a renovação dos actuais "centros históricos". Ver: [2], [36], [37], [40], [46], [56], [57], [58], [59], [60].

Apesar desta crítica apontada à *Loi Malraux*, nomeadamente na sua aplicação ao Bairro de *Le Marais* em Paris, três características são de se lhe reconhecer e salientar: o facto de já prever e obrigar à elaboração de um inventário, de estudos e de regulamentos pormenorizados e individualizados para cada uma das zonas de intervenção; o de também obrigar a que estes planos fossem objecto de discussão e negociação entre o poder central e local - exigindo mesmo a existência de um Comité Local; e ainda, o ter rompido com as anteriores estratégias de renovação urbana, oriundas das políticas urbanas pós Guerra, muito suportadas no conceito de demolição e reconstrução total de largas áreas da cidade [51], [55], [61].

Surge então, a necessidade de uma nova evolução nas metodologias e políticas de intervenção na cidade e nos seus centros históricos, que não se foquem apenas nos aspectos físicos, históricos e estéticos de preservação, conservação e reabilitação dos edifícios e área envolvente, mas que incluam e articulem aspectos e preocupações de carácter social, cultural e económico. Estes novos instrumentos de reabilitação urbana, incluem assim, como uma das suas preocupações primordiais, a recuperação socioeconómica das áreas intervencionadas [50], [55]. Para isto, contribuiu também o facto de uma grande parte dos estudos desenvolvidos terem, para além da já usual participação de Arquitectos e Historiadores da Arte, uma forte contribuição de planeadores e de profissionais da área do desenvolvimento económico [50].

Outro aspecto que importa realçar nesta nova vaga de políticas - de que o Plano para o Centro Histórico de Bolonha é o primeiro exemplo [55], [62] -, é o facto de elas contemplarem uma visão muito mais alargada da cidade e não ficarem, por isso, restringidas à área de intervenção. Implicam, deste modo, acções e medidas sobre os aspectos de utilização actual e futura dos solos, do tráfego, do desenvolvimento de infraestruturas, isto é, do desenvolvimento da cidade [50].

Foi, no entanto, a *Carta Europeia do Património Arquitectónico* (também conhecida como *Carta de Amesterdão*) [63], que definitivamente reconheceu e sistematizou esta nova abordagem a nível europeu [52], [55]. Ela veio estabelecer que uma verdadeira conservação do património edificado requer uma correcta e efectiva integração com as políticas de planeamento e desenvolvimento urbano - a *Conservação Integrada*. Tal deve ser alcançado mediante a selecção e aplicação de técnicas de restauração e a escolha correcta de (novas) funções para os edifícios, como forma de resolver os eventuais conflitos entre a conservação do património construído e o contínuo e desejado desenvolvimento urbano, sempre dentro de um espírito de justiça social que deve evitar a saída dos habitantes mais pobres [63], [64].

Esta declaração de princípio levou em 1985 à adopção pelos membros do Conselho da Europa, da *Convenção para a Protecção do Património Arquitectónico da Europa* (também denominada *Convenção de Granada*) [65], que já incluía medidas legais a serem (obrigatoriamente) adoptadas por todos os seus signatários. Entre essas medidas, estava a necessidade: de "incluir a protecção do património arquitectónico como um objectivo essencial do ordenamento da cidade e do território e assegurar que este requisito é tido em conta em todas as fases, isto é, tanto na elaboração de planos de desenvolvimento, como nos procedimentos de autorização de trabalho" (artigo 10); de "fazer da conservação, promoção e valorização do património arquitectónico uma das principais medidas das políticas culturais, ambientais e de planeamento" (artigo 10); e ainda, de "estabelecer nas várias fases do processo de tomada de decisão, mecanismos adequados para o fornecimento de informação, consulta e cooperação entre o Estado, as autoridades regionais e locais, instituições e associações culturais e o público" (artigo 14) [65].

Saliente-se, que apesar de as políticas de conservação baseadas em *Áreas de Protecção e Conservação* e no conceito de *Conservação Integrada* terem, assim, ganho um verdadeiro estatuto europeu [52], ainda permaneceu margem para que a sua aplicação observasse diferenças efectivas entre os diversos países.

Deste modo, alguns dos documentos legais criados em cada um dos países têm frequentemente características e "níveis" de implementação significativamente diferentes. Por exemplo, se em alguns casos foi desenvolvida legislação específica que criou mecanismos de implementação e supervisão "dedicados", já em outros as medidas foram integradas em legislação sobre planeamento urbano de carácter mais geral. Também, o nível institucional a que se dá o processo de decisão pode ser bastante diferente. Assim, em alguns países, a decisão passa pelo Governo Central, em outros, ela dá-se ao nível dos Governos Locais.

No entanto, provavelmente a diferença mais significativa e eventualmente com maior impacto (ou visibilidade) na aplicação prática destas políticas (entre os vários países), esteja nas diferentes metodologias e critérios usados na definição das *Áreas de Conservação*.

Veja-se, por exemplo, os casos da França e Reino Unido, onde apesar de a diferença entre a riqueza e diversidade dos seu património cultural não parecerem ser em princípio muito diferentes, apresentam um número substancialmente diferente de património cultural classificado - cerca de 13 mil no caso da França e mais de 500 mil no caso do Reino Unido (Council of Europe [66] citado por Teller & Bond [52]).

Em resumo, as estratégias e políticas de renovação, foram, nos países mais desenvolvidos e ao longo das últimas décadas, sofrendo várias transformações. De uma preocupação inicial, focada exclusivamente na protecção e preservação de monumentos e edifícios com valor arquitectónico, evoluiu-se até uma visão alargada e integrada da área de intervenção, que se estendeu até à cidade. Estas políticas foram crescendo em abrangência, passando a contemplar preocupações de carácter social, económico e cultural que se concretizavam em medidas de melhoria das condições de vida das populações, nomeadamente ao nível da renovação e acesso à habitação.

Diferentes fases nestas políticas de habitação, podem também assim ser identificados [67]: começando-se pela preocupação de resolver os problemas de falta de habitação (1960); a que se seguiu a necessidade de modernizar e melhorar as condições oferecidas pelas habitações (1970); numa fase seguinte a reabilitação ultrapassa os limites geométricos dos edifícios e abrange os espaços públicos envolventes (1980); finalmente, percebe-se a necessidade de também tornar efectiva a revitalização económica e social das zonas intervencionadas - *regeneração da comunidade* (1990).

Esta evolução não será porventura alheia (e o contrário também será verdadeiro) às transformações que, paralelamente, ocorreram no pensamento económico em relação à importância e contribuição do mercado e indústria da habitação para o desenvolvimento económico. Assim, numa primeira fase (no período pós II Grande Guerra), melhor habitação era encarada por uma grande parte dos economistas como uma necessidade social e, por isso, uma despesa social, consequência do desenvolvimento económico e não um agente desse desenvolvimento [68]. Esta perspectiva estava suportada nos argumentos de que, a indústria da construção de habitação era essencialmente baseada em trabalho humano (e pouca tecnologia), com salários baixos e pouca produtividade. A isso acrescia o facto de apenas ter um efeito limitado e indirecto na produtividade dos consumidores deste bem. Deste modo, e quanto muito, a construção de habitação deveria desempenhar uma papel secundário nos planos e políticas de desenvolvimento [68].

Este pensamento foi-se transformando e, em finais da década de 60, inícios da década de 70 do século XX, o balanço já seria favorável aos que defendiam o contributo importante que o sector da habitação desempenhava no crescimento e desenvolvimento económico, quer pelo elevado número de empregos que gerava, quer porque as consequências sociais de um acesso mais facilitado à habitação potenciavam também efeitos de ordem económica [69].

Embora possa existir discussão se é o desenvolvimento económico que potencia o sector da habitação ou se é o sector da habitação que contribui para o crescimento económico [68], [69], parece não restarem dúvidas que o sector da habitação desempenha (influenciando e/ou sendo influenciado) um papel central na evolução dos ciclos económicos [68], [70]. Tal reconhecimento estará presente nas razões da entrada do *Banco Mundial* neste sector, ainda na década de 70 do século XX, ou em acontecimentos mais recentes, como a denominada crise do *sub-prime* e do mercado da habitação americano que precipitou a actual crise económica (mundial) [71], [72], [73], [74]. Mas também reside no facto de o mercado da habitação e o sector da construção (em particular o da reabilitação, como veremos mais adiante) serem comumente apontados como fundamentais para a revitalização económica dos países [75].

03.02> Renovação, reabilitação e regeneração urbana

Antes de avançarmos para a discussão, tão actual, da relação entre reabilitação urbana e desenvolvimento sustentável, parece-nos pertinente procurar fazer um "ponto da situação" e alguns esclarecimentos sobre alguns dos termos tão frequentemente referidos, mas também, frequentemente incompreendidos. Estamos a falar, por exemplo de conservação, restauro, reabilitação, renovação e regeneração.

Paiva et al. [55], clarificam e definem de forma muito eficaz, alguns destes conceitos:

- Conservação: "[...] conjunto de actuações de prevenção e de salvaguarda visando assegurar uma duração que se pretende limitada da configuração material do objecto considerado"¹,
- Prevenção: "[...] conjunto de actuações de conservação, no mais amplo prazo possível, motivadas por conhecimentos prospectivos sobre o objecto considerado e sobre as condições do seu contexto ambiental"²,
- Salvaguarda: "[...] qualquer medida de conservação e prevenção que não implique intervenções directas sobre o objecto considerado"³,
- Restauro: "[...] qualquer intervenção que, respeitando os princípios da conservação e fundamentando-se num cuidadoso conhecimento prévio, vise restituir ao objecto nos limites do possível, uma legibilidade e, sempre que necessário, o uso"⁴,

¹ Paiva et al. [55] citando a redacção da *Carta Italiana de Conservação e Restauro dos Objectos de Arte e Cultura* (não promulgada), In Maria Justicia - *Antología de textos sobre restauración*, p. 166.

² Paiva et al. [55] citando a redacção da *Carta Italiana de Conservação e Restauro dos Objectos de Arte e Cultura* (não promulgada), In Maria Justicia - *Antología de textos sobre restauración*, p. 166.

³ Paiva et al. [55] citando Maria Justicia - *Antología de textos sobre restauración*, p. 196.

⁴ Paiva et al. [55] citando Maria Justicia - *Antología de textos sobre restauración*, p. 196.

- Reabilitação: "conjunto de operações dirigidas à conservação e ao restauro das partes significativas - em termos históricos e estéticos - de uma arquitectura, incluindo a sua beneficiação geral, de forma a permitir-lhe satisfazer a níveis de desempenho e exigências funcionais actualizadas."
- Renovação (urbana): "[...] a substituição da tipologia urbana pré-existente - alterando drasticamente o traçado e a morfologia urbana e demolindo os edifícios que lhes pertenciam - substituindo-a por soluções novas e modernas de desenho do espaço urbano, com correspondentes soluções tipológicas".

Vejamos também o definido no Decreto Regulamentar n.º 9/2009, de 29 de Maio de 2009, "Conceitos técnicos nos domínios do ordenamento do território e do urbanismo a utilizar pelos instrumentos de gestão territorial" [76]:

- Reestruturação urbana: "uma forma de intervenção no tecido urbano existente que tem por objectivo a introdução de novos elementos estruturantes do aglomerado urbano ou de uma área urbana". Nas suas notas complementares, o referido Decreto Regulamentar refere ainda, que "[...] a reestruturação urbana implica normalmente a demolição de partes do tecido urbano existente e, frequentemente, o completamento do tecido remanescente com edificação nova. Há normalmente lugar à alteração de usos. A estrutura fundiária das áreas directamente abrangidas sofre normalmente uma profunda alteração [...]";
- Renovação urbana: "uma forma de intervenção no tecido urbano existente em que o património urbanístico ou imobiliário é substituído, no seu todo ou em parte muito substancial." Refere ainda o Decreto Regulamentar que "na acepção geral de renovação urbana, a morfologia urbana e tipologia da edificação são alteradas. As infraestruturas urbanas e os espaços urbanos de utilização colectiva são reconstruídos de acordo com a nova solução urbanística adoptada";
- Reabilitação urbana: "uma forma de intervenção integrada sobre o tecido urbano existente, em que o património urbanístico e imobiliário é mantido, no todo ou em parte substancial, e modernizado através da realização de obras de remodelação ou beneficiação dos sistemas de infraestruturas urbanas, dos equipamentos e dos espaços urbanos ou verdes de utilização colectiva e de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação ou demolição dos edifícios".

Falta-nos, assim, tentar esclarecer o significado de "regeneração (urbana)" e a sua relação no contexto urbano com os conceitos anteriores, nomeadamente, com "conservação", mas principalmente com "renovação" e "reabilitação". Para tal, se atentarmos nas definições

atrás apresentadas e na descrição da evolução das políticas de intervenção sobre o espaço urbano edificado que também aqui fizemos, somos levados a concluir que "conservação" se referirá às políticas iniciais focadas exclusivamente na preservação e salvaguarda de monumentos e edifícios de valor relevante - "edifícios classificados".

A que se seguiu uma evolução das preocupações, metodologias e políticas de intervenção, que foi ao longo dos tempos alargando a sua perspectiva, por um lado, no que diz respeito à abrangência geográfica da intervenção (área próxima, bairro, cidade) - "renovação urbana" -, e por outro na inclusão de outras preocupações e dimensões do problema (sociais, económicas, culturais, etc.) - "renovação urbana integrada".

A "renovação urbana"¹ está assim, na sua génese associada ao conceito de "reconstrução da cidade sobre a cidade", isto é, a reconstrução da cidade existente, em oposição à sua expansão periférica [77]. Se no início - no período pós II Grande Guerra - seria o termo usado para caracterizar as políticas urbanas de demolição e "substituição de uma parte física da cidade, por algo novo", praticadas nos E.U.A. e em alguns países Europeus [77] [78]. Isto é, a reconstrução das cidades e a modernização dos seus centros e infraestruturas, evolui, nos fins da década de 60 início da década de 70 - em resposta aos problemas económicos e às reacções sociais daquela agenda modernista - para a gestão da cidade no seu conjunto, de forma integrada e em todas as suas dimensões [78].

A "regeneração urbana", surge assim, a partir de meados da década de 70 do século XX (no Reino Unido)², como uma necessidade de mudança conceptual das anteriores políticas de "renovação urbana", que dessem resposta às dificuldades e problemas - demográficos, sociais, económicos e ambientais - que surgiam nas cidades e em particular nos seus centros [78].

Surgem, entretanto, nomeadamente no âmbito dos trabalhos da União Europeia, um conjunto muito vasto de documentos, propostas e declarações que abordam as questões e problemáticas, das cidades, dos seus centros urbanos, do papel da regeneração urbana no desenvolvimento urbano, do papel da dimensão urbana nas políticas de coesão, de uma nova cultura na mobilidade urbana, etc., ou seja, sobre o desenvolvimento urbano sustentável. Cite-se a título de exemplo, a *Carta de Leipzig sobre Cidades Europeias Sustentáveis* [79], ou a mais recente *Declaração de Toledo* [80] que refere "a importância da

¹ O termo mais frequente na literatura em língua inglesa é "urban renewal", embora também apareça algumas vezes como "urban renovation".

² Um dos primeiros documentos sobre política urbana a usar o termo "regeneração" foi um relatório preparado para o Governo da região de Merseyside - Liverpool em 1975 (ver [78]).

regeneração urbana integrada e o seu potencial estratégico para um desenvolvimento urbano na Europa mais inteligente, mais sustentável e socialmente inclusivo".

Atente-se, também, em algumas das definições de "regeneração urbana" dadas por um conjunto de intervenientes no sector do desenvolvimento urbano à revista inglesa *Building*¹,

"A regeneração urbana é uma visão e acção integrada e abrangente que leva à resolução dos problemas urbanos e que procura trazer uma melhoria duradoura nas condições económicas, físicas, sociais e ambientais de uma área."

Jon Ladd, chief executive of the British Urban Regeneration Association

"[...] Regeneração é o processo de revitalização de áreas em declínio das cidades, através da atracção de investimento económico e novos empregos e criação de melhores condições de vida às populações. A regeneração deve ser projectada para ser sustentável - social, ambiental e economicamente - para proporcionar boa qualidade de vida para as pessoas que vivem e trabalham lá."

Alan Cherry, chairman, Countryside Properties

Ou ainda, o referido no parecer publicado na 85.ª reunião plenária do Comité das Regiões da União Europeia intitulado *Parecer do comité das regiões sobre o papel da regeneração urbana para o futuro do desenvolvimento urbano na Europa* [81],

"[...] O Comité das Regiões da União Europeia entende que no próximo período de programação a transição da renovação urbana, que se concentra no ambiente físico e humano, para a regeneração urbana, deverá permitir um alargamento dos domínios de intervenção a uma série de prioridades temáticas, com o objectivo de que as cidades de amanhã possam satisfazer as expectativas dos seus cidadãos, criar infraestruturas e ambientes que valorizem os conhecimentos e as competências profissionais dos trabalhadores, proporcionem condições de vida, de trabalho e de lazer viáveis e atraentes, ofereçam a todos o máximo de oportunidades possível sem excluir ninguém e aproveitem os recursos naturais tão parcimoniosamente quanto possível, a fim de funcionarem numa economia competitiva com baixo consumo de carbono [...]"

"[...] a regeneração urbana deve ser encarada como um processo permanente e integrado, alicerçado numa visão a longo prazo do desenvolvimento urbano sustentável. [...]"

Poderemos, assim, concluir que a "regeneração urbana" será uma evolução "natural" do conceito original de "renovação urbana" através da incorporação das cada vez mais prementes preocupações de desenvolvimento sustentável - em todas as suas dimensões -, do seu efectivo alargamento à dimensão da cidade (em contraponto

¹ Um das mais conceituadas revistas inglesas do sector da construção, lançada em 1843 como *The Builder* pelo arquitecto Joseph Alysus Hanson, (<http://www.building.co.uk/>).

ao bairro ou zona da cidade), com a colaboração activa de todos os interessados - participativa e inclusiva -, e que se mantenha como um processo contínuo, evolutivo e duradouro.

Saliente-se que a utilização do termo "regeneração urbana" começa a ser cada vez mais frequente, principalmente nos países europeus, mas que parece ainda não ter a mesma repercussão nos E.U.A. onde o termo mais usado ainda continua a ser *urban renewal*.

Em relação ao termo "reabilitação urbana", muito utilizado em Portugal (embora cada vez mais se comece a utilizar "regeneração urbana"), este não encontra grande expressão na bibliografia internacional, sendo praticamente a única excepção, alguma bibliografia de origem francesa onde o termo *réhabilitation urbaine* é utilizado [54]. No entanto, neste país o termo mais frequente para definir este conceito é *renouvellement urbain* [82], [83].

Na bibliografia técnica e científica internacional o termo "reabilitação"¹ está maioritariamente associado à acção de intervenção nos edifícios. Em Portugal, a sua utilização terá sido alargada às intervenções sobre o espaço urbano, surgindo, assim, a "reabilitação urbana" em contraponto às anteriores (e primeiras) operações de "renovação urbana", baseadas no paradigma da demolição do edificado existente e a sua substituição por construção nova e moderna com a consequente alteração profunda da paisagem e morfologia urbana [55].

A este respeito, será de referir ainda dois outros factos:

- 1) O de no já referido Decreto Regulamentar n.º 9/2009 de 29 de Maio de 2009 "Conceitos técnicos nos domínios do ordenamento do território e do urbanismo a utilizar pelos instrumentos de gestão territorial" [76], não constar a definição de "regeneração urbana". Apesar, de esta constar na versão final da "Proposta de projecto de decreto regulamentar que estabelece conceitos técnicos a utilizar nos instrumentos de gestão territorial" [84], elaborada pela Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (DGOTDU) na sequência de uma orientação do governo português²,
- 2) O de em alguns documentos produzidos no âmbito dos trabalhos desenvolvidos (sobre este tema) na União Europeia, a versão em inglês utilizar o termo "urban regeneration" e a versão em português utilizar (maioritariamente) "reabilitação urbana" (veja-se, por exemplo, o "Parecer do Comité Económico e Social Europeu sobre: A necessidade de uma abordagem

¹ *Refurbishment* em inglês e *réhabilitation* em francês

² Neste documento, "regeneração ou revitalização urbana" era definida como: "uma operação de renovação, reestruturação ou reabilitação urbana, orientada por objectivos estratégicos de desenvolvimento urbano, em que as acções de natureza material são concebidas de forma integrada e activamente combinadas na sua execução com intervenções de natureza social e económica."

integrada da reabilitação urbana (parecer exploratório)" [85]).

03.03> **Regeneração urbana (sustentável)**

A definição mais citada de desenvolvimento sustentável apresenta este como "o desenvolvimento económico que atenda as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprirem as suas próprias necessidades" [86]. No entanto, nos dias de hoje, esta definição é considerada muito restrita, uma vez que enfatiza o aspecto económico do problema esquecendo outras dimensões fundamentais, tais como, a ambiental, a social, a cultural, a política, entre outras [87]. Para o sucesso das estratégias de desenvolvimento sustentável, é assim, essencial a tradução deste conceito para as dimensões práticas do mundo real, o que implica a implementação de estratégias de desenvolvimento sustentável a nível urbano [87], dada a elevada percentagem (cerca de 78%) da população urbana nos países mais desenvolvidos [16].

03.03.01> **Impactos ao nível da eficiência energética**

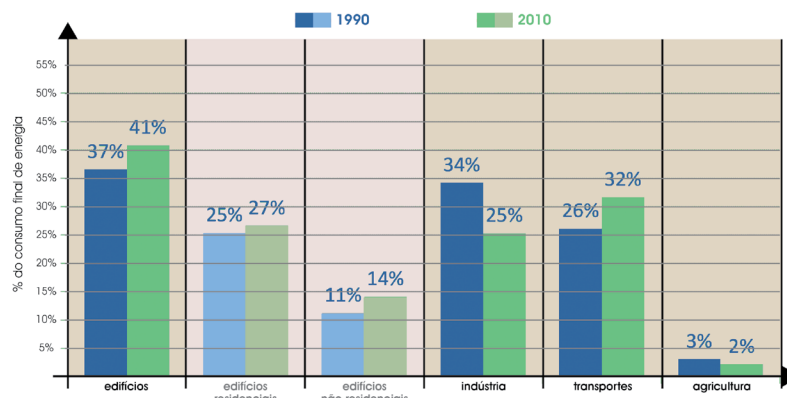
O consumo de energia e o aquecimento global são as principais preocupações ambientais e económicas em todo o mundo, como é demonstrado pelo Protocolo de Quioto [88] que foi ratificado pela União Europeia (UE) em 31 de Maio de 2002. Na verdade, uma preocupação crescente com as mudanças climáticas e a segurança energética têm dominado a agenda política Europeia [89], [90] e Mundial [91], [92], [93], [94], [95] nos últimos anos.

A mais recente bibliografia sobre energia, refere de forma sistemática que o sector dos edifícios é crucial para a mitigação das alterações climáticas em todo o mundo (ver [96], [97], [98], [99], [100], [101], [102]). Também a Directiva 2002/91/CE da UE relativa ao desempenho energético dos edifícios (EPBD) [103], recentemente reformulada pela Directiva 2010/31/CE, de 19 de Maio [104], salienta o impacto que o edifícios têm no consumo de energia a longo prazo e refere a renovação de edifícios existentes como um factor muito importante para uma utilização mais eficiente da energia.

Com efeito, o sector dos edifícios representa cerca de 39% do consumo mundial de energia primária e 34% das emissões de dióxido de carbono (CO₂) [105], não sendo, por isso, de estranhar que o director executivo da Agência Internacional de Energia- AIE, Nobuo Tanaka, afirme que "[...] para um futuro energético sustentável, o sector dos edifícios deve desempenhar um papel fundamental".

Figura 02.20.

Consumo final de energia - U.E. por sectores (adaptado de [106])



Como se pode observar da análise da Figura 02.20, na U.E., o sector dos edifícios representava em 2010, 41% do consumo final de energia, sendo, assim, o sector com maior peso, à frente do sector dos transportes (com 32%) e do da indústria com (25%).

A energia consumida nos edifícios é uma das principais fontes de emissões de gases com efeito de estufa (GEE). Dados de 2002, referem este sector como o responsável pela emissão de 7.85 Gt de dióxido de carbono (CO₂), 33% do total mundial de emissões relacionadas com a energia [98].

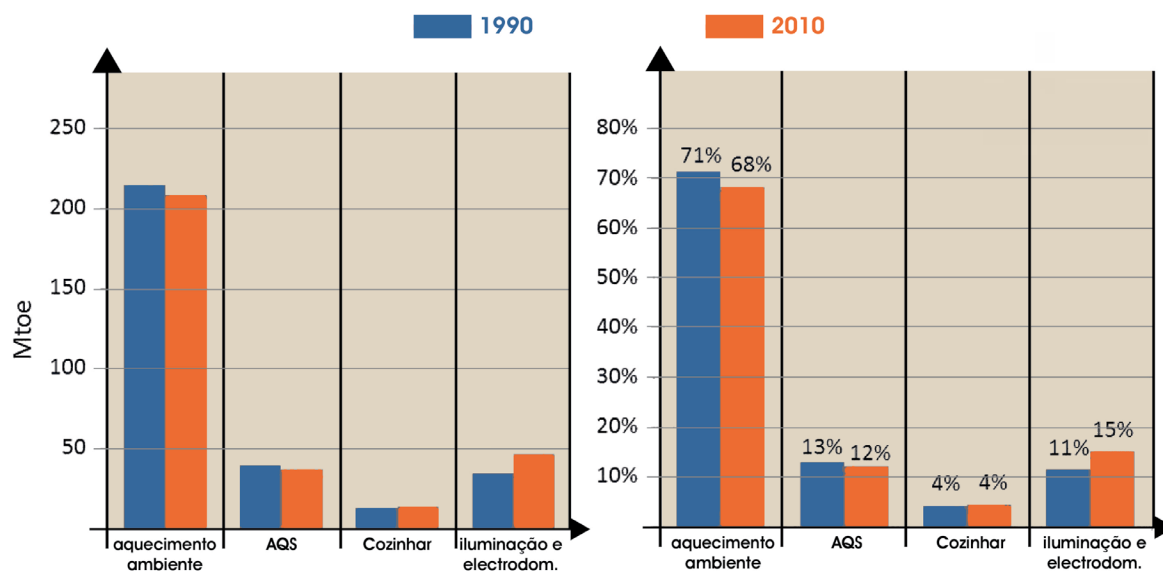
Sozinhos, os edifícios residenciais, representavam 27% do consumo total dos edifícios, com um consumo superior ao do sector da indústria e apenas 5% inferior ao do sector dos transportes.

Saliente-se, ainda, o facto de o consumo de energia nos edifícios ter aumentado 11% em relação a 1990, período no qual o consumo associado aos transportes teve um crescimento de 23%, enquanto o da indústria apresentou um decréscimo 26%.

Na União Europeia, a energia despendida em aquecimento ambiente nos edifícios residenciais representa 68% do total de energia consumida neste tipo de edifícios e mais 12% são consumidos no aquecimento de água quente sanitária (AQS) - Figura 02.21.

Sabendo-se, ainda, que na UE existem aproximadamente 24 milhões de m² de área edificada, 75% da qual é área habitacional, e estimando-se que 81% destas habitações foram construídas antes de 1990 e 68% antes de 1980 (isto é, dois terços do parque habitacional têm mais de 40 anos), facilmente se reconhecerá, o potencial que o sector dos edifícios e em particular a reabilitação destes tem para a desejada redução do consumo de energia.

Figura 02.21. Repartição do consumo doméstico de energia por uso final (UE) (adaptado de [106])



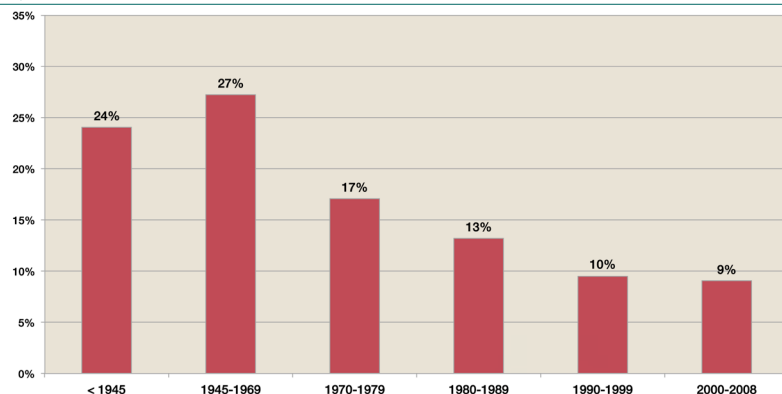
De facto, tendo em conta este enorme estoque de edifícios existentes, a sua longevidade e a generalizada ineficiência energética, é na sua reabilitação, ao intervir na qualidade dos elementos da envolvente e nas instalações de AQS, que a longo prazo reside o maior potencial de redução do consumo de energia [99], [107], [108], [109], [110], [111], [112], [113].

Por outro lado, esta reabilitação de edifícios existentes - uma grande parte deles localizados no interior de centros urbanos consolidados -, contribui também, embora de forma indirecta, para a diminuição do consumo associado ao sector dos transportes, através do potencial de aumento do número de pessoas a viver nos centros urbanos e consequente redução das necessidades de transporte, associada à promoção de uma mudança de hábitos e utilização de modos de transporte mais sustentáveis - como por exemplo a troca do automóvel pelos transportes colectivos ou modos não motorizados [114], [115], [116].

Acresce, que são vários os estudos a referir que o sector dos edifícios é aquele onde as estratégias de mitigação das emissões de GEE apresentam maior potencial de redução a baixo custo (ver [97], [98], [99], [112]). Urge-Vorsatz et al. [98] estimam que, até 2020, cerca de 29% das emissões mundiais de referência do sector dos edifícios podem ser evitadas através de medidas de mitigação economicamente rentáveis (este valor pode atingir os 52% nos países mais desenvolvidos). Refere ainda, que pelo menos mais 7% dessas emissões podem ser atenuadas com custos inferiores a 100 dólares por tonelada de CO₂ (admitindo mesmo, que esta estimativa é pessimista).

Figura 02.22.

Edifícios residenciais por época de construção na EU (fonte: ENTERAZEN)



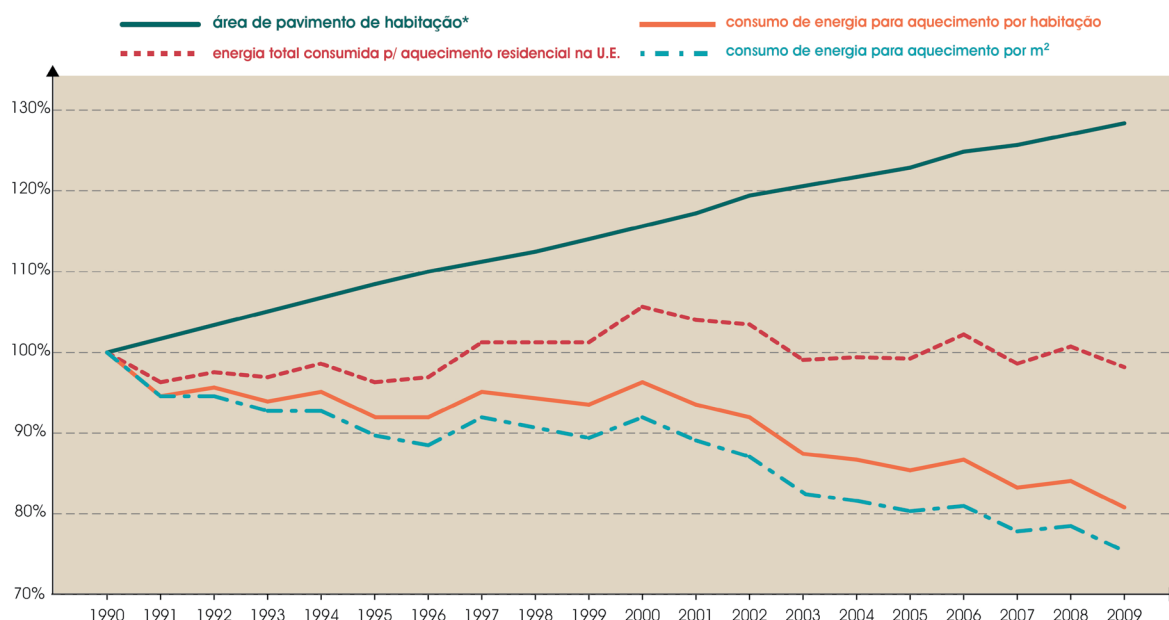
Desde os finais do século XX, que a UE vem desenvolvendo um conjunto de iniciativas de promoção e incentivo ao aumento da eficiência energética dos edifícios. No entanto, o primeiro grande impulso foi dado em 2002, com a publicação da já mencionada Directiva 2002/91/CE da UE relativa ao desempenho energético dos edifícios (EPBD) [103]. Esta introduziu a obrigatoriedade de todos os estados membros definirem requisitos mínimos de eficiência energética para os novos edifícios e as grandes reabilitações e de em simultâneo implementarem procedimentos de inspecção e certificação dos edifícios.

Como podemos observar na Figura 02.23, apesar de se ter verificado um crescimento significativo da área de habitação na UE - que terá "consumido" aproximadamente 20% dos ganhos de eficiência energética conseguidos no aquecimento das habitações entre 1997 e 2009 [106]-, e de também se ter registado um aumento (principalmente nos países do sul) da instalação e utilização de sistemas de aquecimento central, o consumo de energia para aquecimento ambiente das habitações tem vindo a diminuir na sua globalidade.

Esta redução só não foi até ao momento mais acentuada, porque na maioria dos estados membros, até à publicação da EPBD, não existiam requisitos de certificação da eficiência energética dos edifícios (apenas 3 países, em 2002, tinham sistema de certificação implementados). Isso obrigou à criação de legislação e regulamentos inteiramente novos e à sua implementação de forma faseada (no final de 2007, ainda só eram 6 os estados membros com certificação de edifícios e no final de 2010, 5 estados membros ainda não tinham certificação para todos os tipos de edifícios exigidos pela EPBD).

Por outro lado, a Directiva inicial apenas previa a implementação de requisitos mínimos e medidas de eficiência energética para as grandes reabilitações, deixando por isso de fora uma grande parte do stock edificado na UE [111].

Figura 02.23. Evolução do consumo de energia para aquecimento ambiente e da área de habitação na UE27 (adaptado de [101])

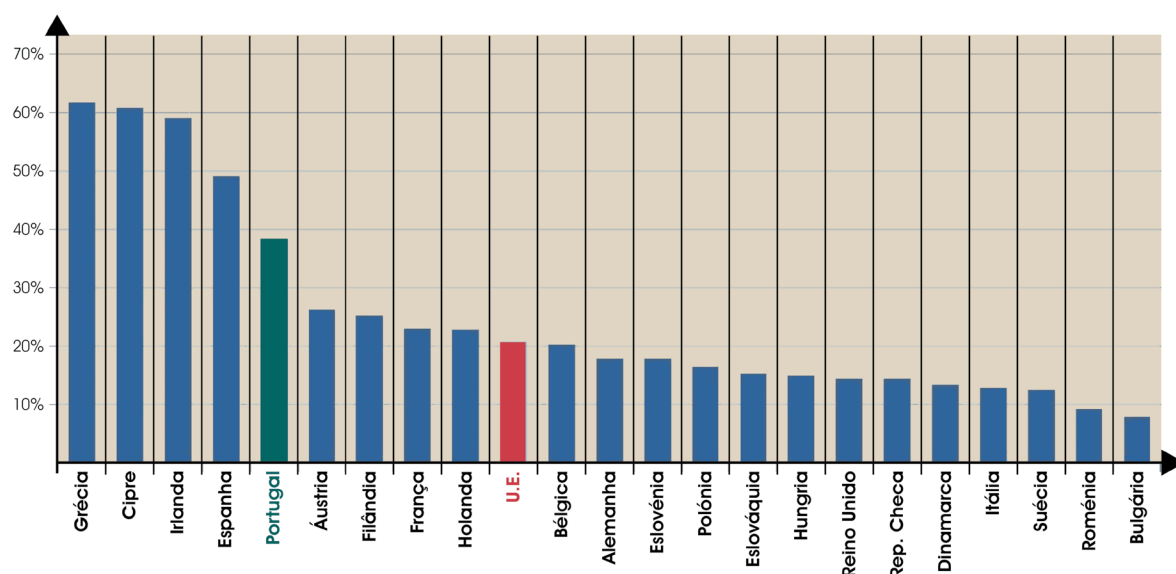


De facto, verifica-se que na UE os novos edifícios de habitação são 30% a 60% mais eficientes dos que os construídos em 1990. Assim, os ganhos de eficiência energética nos edifícios só não são maiores porque a percentagem de edifícios novos (posteriores a 1990) tem crescido muito lentamente (pouco mais de 1%/ano para a grande maioria dos estados membros) - Figura 02.22 e Figura 02.24 -, o que vem reforçar a importância que a reabilitação dos edifícios existentes poderá e deverá desempenhar na diminuição dos consumos de energia.

Também ao nível da produção de AQS - que representam aproximadamente 12% do consumo energético nos edifícios - se tem verificado uma diminuição do consumo energético (-1.6 %/ano desde 1997, para a maioria dos estados membros da UE [111]). Esta redução, é consequência do aumento da eficiência das instalações de produção e distribuição de AQS, mas também, e principalmente no caso dos países do Sul, do aumento da utilização de sistemas de aproveitamento da energia solar.

* Crescimento da área de habitação para 15 países da UE com dados disponíveis.

Figura 02.24. Percentagem de habitações construídas entre 1990 e 2009, em alguns países da UE, no total de habitação da UE27 (adaptado de [111])



03.03.02> Impactos ao nível do ambiente e biodiversidade

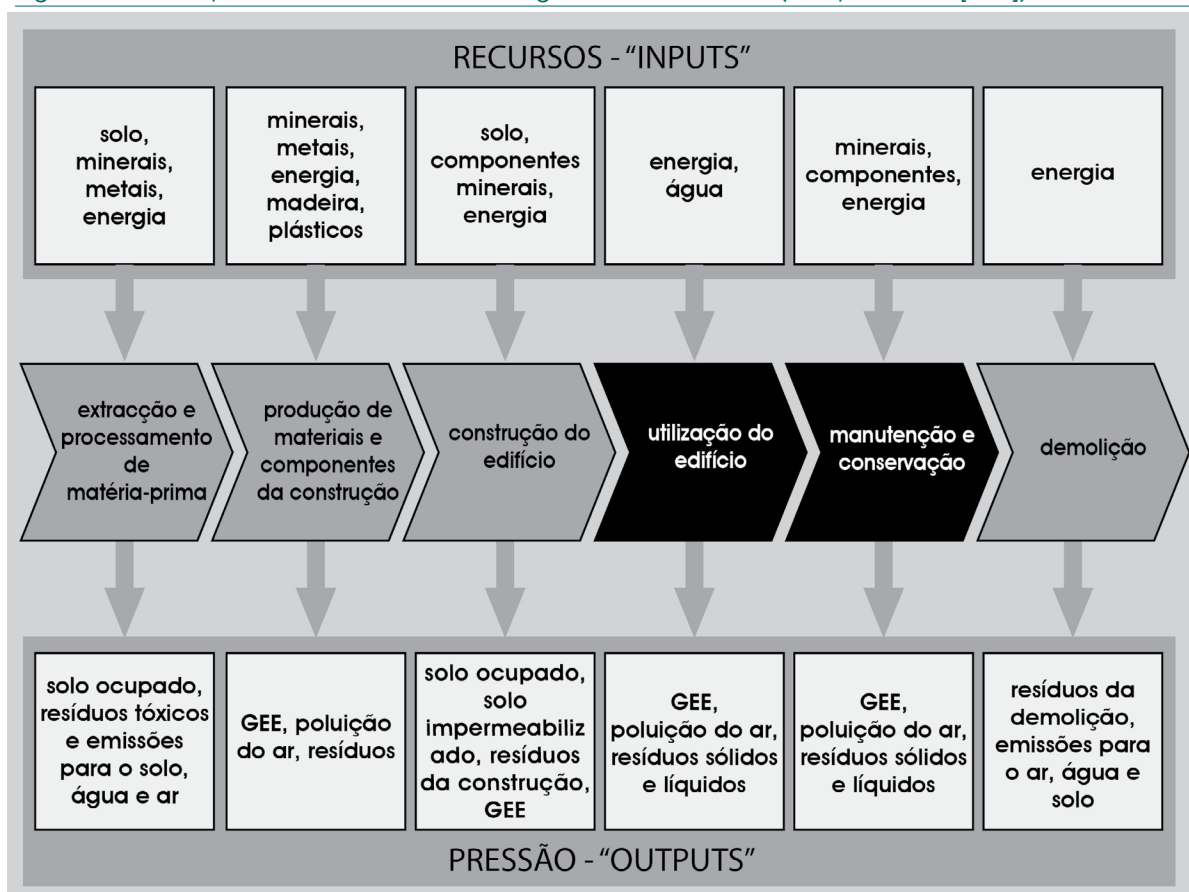
Como acabamos de ver, em consequência do elevado tempo de vida útil dos edifícios, a grande maioria dos impactos dos edifícios sobre o ambiente devem-se ao consumo de energia e emissões de GEE durante a fase de utilização.

No entanto, quer durante a fase de construção (responsável por aproximadamente 1/5 dos impactos), quer durante a posterior fase de demolição, existem outros impactos que não devem ser ignorados (EEA & ETC/SCP [117], citado em EEA - European Energy Agency, "Consumption and the environment — 2012 update," [101]) - Figura 02.25.

Por exemplo, mais de um terço do consumo de materiais na Europa é efectuado pelo sector dos edifícios, sendo os impactos sobre o ambiente, resultantes da extracção da matéria-prima e posterior transformação, muito significativos. E, embora a reciclagem dos materiais resultantes da demolição (ou desconstrução) dos edifícios, seja cada vez mais uma realidade, as poupanças obtidas na utilização de materiais novos na construção ainda pode ser considerada insignificante, ou no mínimo, muito reduzida [118].

Também, no que diz respeito à utilização dos solos, quer os edifícios, quer as infraestruturas associadas ao desenvolvimento e expansão urbana (nomeadamente, vias de comunicação), são causadores de fortes impactos e pressões sobre o ambiente, não só ao nível da poluição que provocam, mas também (e sobretudo), pela ocupação, impermeabilização e inutilização de solo agrícola e florestal.

Figura 02.25. Impactos dos edifícios ao longo do ciclo de vida (adaptado de [101])



Em relação a este último aspecto, também a opção pelo tipo de edifício (habitação multifamiliar ou unifamiliar) tem óbvias e importantes consequências. Assim, a opção por habitação unifamiliar em detrimento de habitação multifamiliar, além de provocar impactos directos maiores - através da ocupação e impermeabilização de maior área de solo e níveis de consumo de energia por m² superiores (uma a duas vezes) -, também implica impactos indirectos superiores - por exemplo, no que diz respeito à viabilidade técnica e económica das infraestruturas urbanas e sistemas de transportes colectivos [101].

De facto, um estudo recente da EEA intitulado *Environmental pressures from European consumption and production* [102], estimava (com base nos dados disponíveis de 9 estados-membros) que as pressões directas e indirectas do consumo das famílias relacionadas com a "Utilização da Habitação e Infraestruturas Urbanas" e a "Mobilidade", representavam: 60% das emissões de GEE; 38% das emissões acidificantes; 62% dos precursores de ozono na troposfera terrestre, e 39% das necessidades totais de matéria-prima.

Assim, mais uma vez, se pode reconhecer do papel de relevo que o sector da regeneração urbana (e em particular, da reabilitação de edifícios), pode desempenhar na diminuição do consumo de energia, na protecção do meio ambiente e na preservação da biodiversidade ou seja na prossecução de um desenvolvimento sustentável.

03.03.03> Impactos ao nível do desenvolvimento económico e social

Como já atrás referimos, Urge-Vorsatz et al. [98] apontam o sector dos edifícios como o de maior potencial para mitigação a baixo-preço das emissões de GEE. Mas, também referem outros benefícios (indirectos) que podem ser associados às estratégias de poupança de energia e redução das emissões de CO² e que, embora muitas vezes esquecidos, importa verdadeiramente realçar e economicamente avaliar, nomeadamente:

- A melhoria do bem estar-geral e redução dos custos com serviços energéticos das famílias (um estudo estimou que uma família média europeia pode poupar entre 200 a 1000 Euros por ano através da implementação de medidas de eficiência energética economicamente viáveis);
- A redução efectiva a nível local e regional da poluição atmosférica, com impactos significativos ao nível da saúde das populações (p.ex. aumento da esperança de vida, redução das despesas de saúde, redução do número de baixas por doença), mas também com os danos e custos provocados pelos agentes poluentes nos edifícios e outras infraestruturas urbanas;
- A melhoria da saúde, qualidade de vida e conforto no interior dos edifícios, consequência de melhorias: do conforto térmico-higrométrico (em resultado da utilização de envolventes de elevado desempenho e redução significativa das pontes térmicas); da qualidade do ar interior (utilização de sistemas de ventilação mais eficientes, cujos benefícios indirectos em edifícios termicamente bem isolados podem ser da mesma ordem de grandeza da energia recuperada pelos sistemas de ventilação); do conforto acústico (diminuição dos níveis de ruído provenientes do exterior, em consequência da utilização de janelas de vidro duplo ou triplo), etc. Refira-se ainda que um estudo realizado por Jochem e Madlener [119] estima que o valor destes co-benefícios podem ser iguais (ou até mesmo superiores) ao valor económico da energia economizada;
- A melhoria da produtividade e competitividade da economia: existem evidências crescentes de que, quando bem projectados, os edifícios energeticamente eficientes aumentam os níveis de produtividade e a saúde dos seus utilizadores (Leaman e Bordass

[120], Fisk [121], [122] citados por Urge-Vorsatz et al. [98]);

- O aumento da segurança energética: a diminuição do consumo de energia nos edifícios contribui para a diminuição das necessidades de importação de energia, melhorando a balança comercial dos países importadores e aumentando a sua segurança energética, gerando, por isso, importantes benefícios macroeconómicos [123].

Também, um estudo recente, desenvolvido pela consultora dinamarquesa *Copenhagen Economics* a pedido da iniciativa *Renovate Europe Campaign* da *EuroACE (The European Alliance of Companies for Energy Efficiency in Buildings)* [112], que tem como base as estimativas de "poupança potencial de energia" na União Europeia para dois cenários de evolução¹ - *Low Energy Efficiency scenario (low EE scenario)*² e *High Energy Efficiency scenario (high EE scenario)*³ -, identifica e avalia os efeitos da reabilitação e melhoria da eficiência energética de edifícios existentes. Alguns destes benefícios que gostaríamos de destacar são:

- Economia de energia: se os países da UE forem capazes de atingir a "poupança de energia potencial" estimada até 2030, os ganhos económicos anuais são de 131 biliões⁴ de euros para o cenário *low EE* e de 192 biliões de euros para o cenário *high EE*. Sabendo-se, que 7% dos edifícios residenciais e 29% dos não-residenciais pertencem ao sector público, os ganhos directos para os governos da UE podem, assim, atingir os 21 ou 29 biliões de Euros anuais em 2030;
- Aumento da actividade económica: os investimentos em eficiência e reabilitação energética dos edifícios implicarão o aumento da actividade económica e, por isso, impactos directos e indirectos sobre o quadro macroeconómico (p.ex. PIB, emprego, receitas fiscais, etc.). Assim, os autores do estudo estimam que um investimento anual da ordem dos 40 biliões de Euros na reabilitação energética de edifícios até 2020, poderá potenciar a criação de 760 mil empregos por ano e resultar num aumento do PIB (no período de 2012 a 2017) de 153 biliões de euros (*low EE scenario*) ou 291 biliões de euros (*high*

¹ Disponíveis em <http://www.eepotential.eu/esd.php>

² *Low Energy Efficiency scenario*: este cenário é caracterizado por medidas de ordem política de baixa intensidade, admitindo assim, que as decisões de consumo (leia-se de implementação de medidas de eficiência energética) pelos consumidores serão motivadas por critérios de rentabilidade económica com base nas condições usuais de mercado (alta taxa de actualização) e não são, por isso, necessariamente as resultantes da melhor tecnologia disponível. Também, os entraves e resistências à implementação de medidas de eficiência energética continuarão a persistir, nomeadamente as de ordem não económicas, tais como as resultantes do défice de informação, as de carácter administrativo (relação "senhorio-inquilino"), etc.

³ *High Energy Efficiency scenario*: este cenário, assume uma completa penetração das melhores tecnologias de disponíveis. Ou seja, que se atinge o limite superior para investimentos em eficiência energética, em função do nível tecnológico do momento. Admite que a relação custo-benefício é avaliada na perspectiva país (em oposição ao consumidor final). Uma vez, que admite que, são implementadas políticas e acções apropriadas, que permitem reduzir os custos de operação e remover os entraves e resistências à implementação de medidas de eficiência energética por parte do consumidor.

⁴ 1 bilião = 1.000.000.000

EE scenario), o que, conduzirá a um ganho para as finanças públicas da ordem dos 128 biliões de euros (*high EE scenario*);

- Benefícios para a saúde - a redução dos níveis de poluição atmosférica, tem impactos directos ao nível da saúde das populações, estimando-se ganhos potenciais de 5 a 8 biliões de Euros (*low EE scenario* e *high EE scenario*, respectivamente).

03.03.04> Comentários finais

Sabendo-se que, nos países mais desenvolvidos, cerca de 80% da população vive em ambiente urbano, e que este número continua a crescer de forma "globalizada". Sabendo-se, também, que as pessoas passam aproximadamente 90% do seu tempo no interior de edifícios [124], [125]. Facilmente se percebe a importância que as cidades e os seus edifícios desempenham para a criação e desenvolvimento de um futuro mais sustentável.

Se a isto juntarmos o facto de 50% dos edifícios na UE terem mais de 40 anos e aproximadamente 70% mais de 30 anos (Figura 02.22, pág. 43), parece-nos consensual que a regeneração urbana e o consequente aumento da eficiência dos edifícios (em particular) e dos sistemas urbanos (em geral), desempenham um papel central no caminho de um desenvolvimento mais sustentável.

Prova disso são não só os muitos estudos desenvolvidos a este respeito e cujas conclusões de alguns acabamos de sintetizar. Mas também (o são) as estratégias, políticas e acções de promoção da regeneração urbana e da eficiência energética dos edifícios que os governos dos países mais desenvolvidos têm vindo a implementar.

A título de exemplo e para o caso europeu, gostaríamos de destacar:

- A estratégia *Europa 2020*, lançada pela UE em Março de 2010 e que, desde então, tem sido a referência no desenvolvimento das suas acções e políticas, nomeadamente no que diz respeito às preocupações com o ambiente e a eficiência energética (objectivos "20/20/20"¹) e o desenvolvimento sustentável (crescimento inteligente, crescimento inclusivo e crescimento sustentável) [126];
- A *Declaração de Toledo* [80] que aborda a importância estratégica para a UE da "regeneração urbana integrada" com o objectivo de alcançar um desenvolvimento urbano sustentável, inclusivo e holístico (transversal, multidimensional e espacial, intersectorial e integrado), que englobe as dimensões ambiental, social, económica e cultural. Esta declaração, é baseada na referida estratégia "Europa 2020" e resulta da

¹ Objectivos "20/20/20": redução em 20% das emissões de CO₂ tendo como referência o ano de 1990; 20% de energia produzida ter origem em fontes renováveis; e aumento de 20% na eficiência energética).

necessidade de dar seguimento à *Carta de Leipzig sobre Cidades Europeias Sustentáveis* [79];

- Os quatro programas da UE que privilegiaram as intervenções de regeneração urbana: o *Interreg*, os *Projectos Urbanos Piloto* (que decorreram entre 1990 e 1996, com 202 milhões de Euros de investimento financiado), o *URBAN I* (de 1994 a 1999, com um volume de financiamento de 900 milhões de Euros, num total de investimento de 1800 milhões de Euros) e o *URBAN II* (que funcionou entre 2000 e 2006, no valor de 700 milhões de Euros, potenciando um investimento total de 1.580 milhões de Euros);
- Finalmente e mais recentemente, o *JESSICA - Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas* [127], desenvolvido em colaboração com o Banco Europeu de Investimento (BEI) e o Banco de Desenvolvimento do Conselho da Europa (BDCE), e que tem por objectivo promover a regeneração e o desenvolvimento urbano sustentável (p.ex. apoiando projectos de infraestruturas urbanas, melhorias na eficiência energética, requalificação de locais industriais abandonados, etc.).

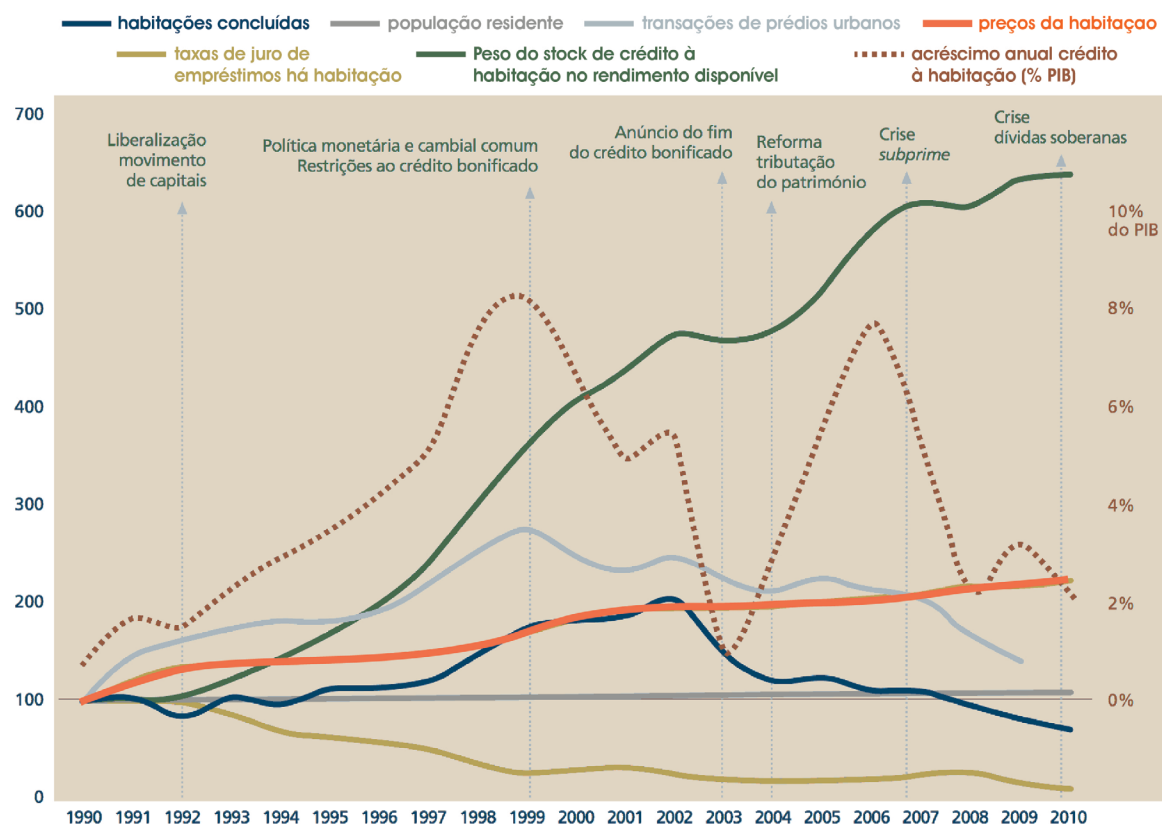
03.04> Regeneração urbana a realidade portuguesa

03.04.01> Caracterização do parque habitacional português

A entrada de Portugal para a Comunidade Económica Europeia (agora União Europeia) em Janeiro de 1986, e o posterior processo de integração económica, financeira e monetária na área do Euro, marcaram o desenvolvimento do país e por consequência, contribuíram de forma decisiva para a realidade actual do sector da construção e do mercado imobiliário em particular.

De facto, com estes processos, verificou-se um aumento generalizado do rendimento das famílias e uma descida generalizada das taxas de juro (só na década de 90 as taxas de juro no crédito à habitação caíram mais de 75% - passando dos 20% para valores médios entre 4 a 5%). Simultaneamente, o sector bancário reduziu as margens de intermediação (*spread*) e o estado implementou medidas de incentivo à aquisição de habitação (p.ex. regime de juros bonificados implementado na década de 80 e que vigorou até 2003; benefícios fiscais em sede de IRS nos encargos com o crédito à habitação, etc.) [128].

Figura 02.26. Evolução do mercado de habitação em Portugal 1990-2010 (adaptado de AM&A [128]; fonte: BdP, Confidencial Imobiliário e INE)

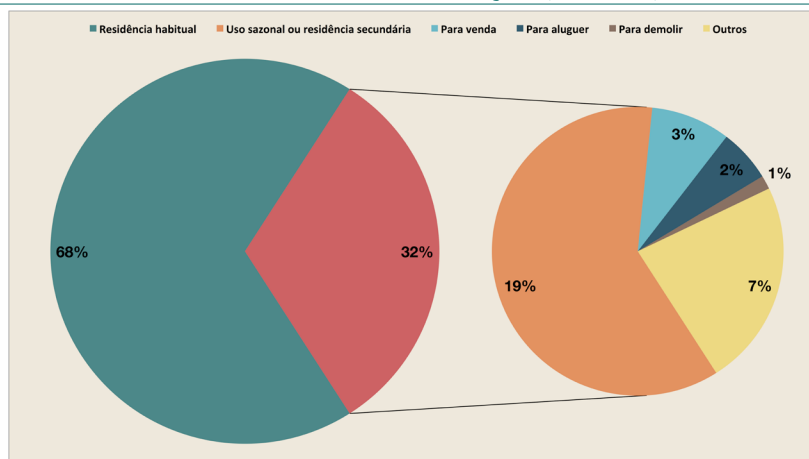


Em consequência, estes últimos 30 anos, foram marcados por um enfoque na construção de habitação nova, acompanhada pelo crescimento exponencial do mercado de habitação própria (mais de 76% do mercado de habitação) e o "quase desaparecimento" do mercado de arrendamento.

Portugal tem actualmente 5 859 540 habitações, (CENSOS 2011), das quais 3 062 835, foram construídas depois de 1981 (52% do total habitações). Significa isto, que nos últimos 30 anos se construíram em Portugal uma média de 100 000 habitações por ano, aproximadamente de 10 casas ano/1000 habitantes, quase o dobro da média europeia. Isto equivale, à construção de 270 casas novas por dia, ou se quisermos, 1 casa nova a cada 5 minutos!

Figura 02.27.

Alojamentos clássicos por tipo de ocupação (fonte: INE)



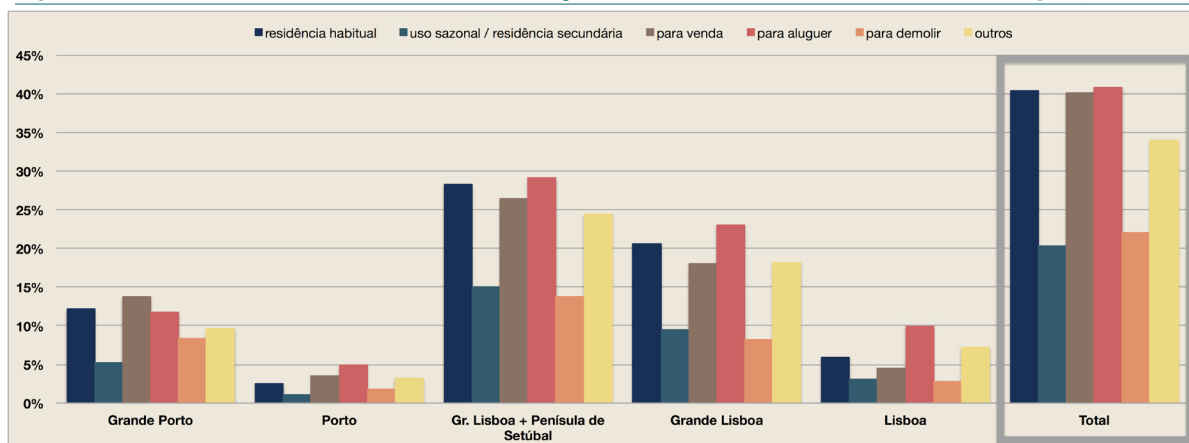
Assim, o número actual de habitações é 45% superior ao número de famílias (mais 1,8 milhões de casas do que famílias), o que faz com que Portugal tenha uma das maiores taxas de habitações por família da Europa. Existem, por isso, 1,9 milhões de casas que estão desocupadas e/ou tem ocupação esporádica (ex. férias), número aproximadamente igual ao que foi construído nos últimos 20 anos. Acresce, que do total de casas permanentemente ocupadas, um pouco mais de 2 milhões tem subocupação, o que significa que aproximadamente 2/3 do parque habitacional português está subaproveitado, existindo, no entanto, meio milhão de habitações com ocupação superior à desejável para a sua dimensão/tipologia.

Em conjunto, as regiões de Lisboa (que inclui a Península de Setúbal) e do Grande Porto concentram 36% dos alojamentos do país. Também 40% dos alojamentos vagos para venda ou aluguer estão localizadas nestas duas regiões - Figura 02.28.

Outro facto que importa realçar, é a diminuta expressão do mercado de arrendamento (nomeadamente, em comparação com outros países Europeus), representando apenas 19.9% do mercado de habitação (Censos 2011). No entanto, se considerarmos apenas as cidades de Lisboa e Porto, o mercado de arrendamento representa 42,3% e 43,9%, respectivamente.

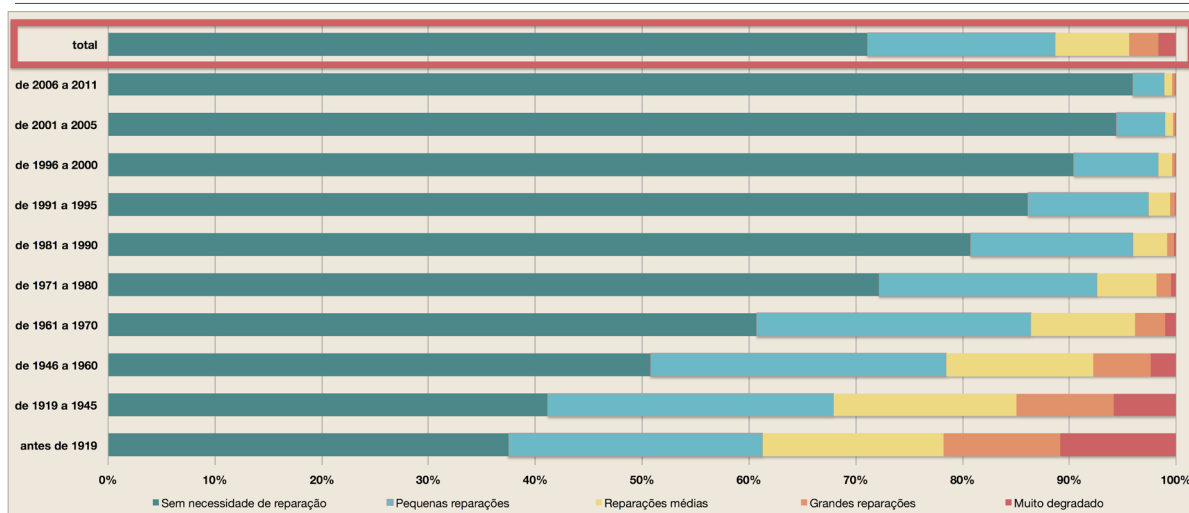
Apesar da enorme taxa de crescimento verificada nas últimas três décadas, ainda existe em Portugal um estoque relativamente grande de edifícios a necessitar de obras de reabilitação.

Figura 02.28. Alojamentos por tipo de ocupação em % do total desse tipo em Portugal (fonte: INE)



De facto, estima-se que 29% dos edifícios residenciais existentes (1.024.937 de edifícios) necessitam de obras de reabilitação e esta percentagem sobe para 43% nos edifícios com mais de 30 anos. Destes últimos, 19% necessitam de pelo menos reparações médias, e 8% necessitam de grandes reparações ou estão muito degradados - Figura 02.29.

Figura 02.29. Edifícios clássicos por época de construção e estado de conservação (fonte: INE)



Estes valores poderão, no entanto, ser considerados optimistas. Um estudo recente da CPCI - Confederação Portuguesa da Construção e do Imobiliário, estimava que 820 mil edifícios necessitam de obras de reabilitação profunda e 335 mil estão muito degradados e a necessitar, por isso, de intervenção urgente [129].

			Portugal								
			ocupados	residência habitual	uso sazonal / residência secundária	uso sazonal / vagos	vagos	para venda	para alugar	para demolir	outros
época de construção	Antes de 1919	251 619	178 745	136 945	41 800	114 674	72 874	6 995	6 617	8 830	50 432
	De 1919 a 1945	373 893	273 045	202 148	70 897	171 745	100 848	10 689	9 395	8 625	72 139
	De 1946 a 1960	539 060	438 139	344 630	93 509	194 430	100 921	11 398	12 781	5 217	71 525
	De 1961 a 1970	648 488	562 402	452 399	110 003	196 089	86 086	11 233	14 393	2 500	57 960
	De 1971 a 1980	983 645	890 033	712 563	177 470	271 082	93 612	13 871	19 601	1 641	58 499
	anteriores a 1981	2 796 705	2 342 364	1 848 685	493 679	948 020	454 341	54 186	62 787	26 813	310 555
	De 1981 a 1990	1 011 960	933 713	719 566	214 147	292 394	78 247	15 060	17 675	741	44 771
	De 1991 a 1995	503 665	467 220	355 387	111 833	148 278	36 445	8 725	8 151	268	19 301
	De 1996 a 2000	594 664	552 916	436 641	116 275	158 023	41 748	12 631	8 734	248	20 135
	De 2001 a 2005	581 718	533 104	412 811	120 293	168 907	48 614	21 980	7 421	206	19 007
	De 2006 a 2011	370 828	295 085	218 022	77 073	152 806	75 733	52 163	5 453	112	18 005
	posteriores a 1991	3 062 835	2 782 048	2 142 427	639 621	920 408	280 787	110 559	47 434	1 575	121 219
	total	5 859 540	5 124 412	3 991 112	1 133 300	1 868 428	735 128	164 745	110 221	28 388	431 774
época de construção	Antes de 1919	4.3%	3.5%	3.4%	3.7%	6.1%	9.9%	4.2%	6.0%	31.1%	11.7%
	De 1919 a 1945	6.4%	5.3%	5.1%	6.3%	9.2%	13.7%	6.5%	8.5%	30.4%	16.7%
	De 1946 a 1960	9.2%	8.6%	8.6%	8.3%	10.4%	13.7%	6.9%	11.6%	18.4%	16.6%
	De 1961 a 1970	11.1%	11.0%	11.3%	9.7%	10.5%	11.7%	6.8%	13.1%	8.8%	13.4%
	De 1971 a 1980	16.8%	17.4%	17.9%	15.7%	14.5%	12.7%	8.4%	17.8%	5.8%	13.5%
	anteriores a 1981	47.7%	45.7%	46.3%	43.6%	50.7%	61.8%	32.9%	57.0%	94.5%	71.9%
	De 1981 a 1990	17.3%	18.2%	18.0%	18.9%	15.6%	10.6%	9.1%	16.0%	2.6%	10.4%
	De 1991 a 1995	8.6%	9.1%	8.9%	9.9%	7.9%	5.0%	5.3%	7.4%	0.9%	4.5%
	De 1996 a 2000	10.1%	10.8%	10.9%	10.3%	8.5%	5.7%	7.7%	7.9%	0.9%	4.7%
	De 2001 a 2005	9.9%	10.4%	10.3%	10.6%	9.0%	6.6%	13.3%	6.7%	0.7%	4.4%
	De 2006 a 2011	6.3%	5.8%	5.5%	6.8%	8.2%	10.3%	31.7%	4.9%	0.4%	4.2%
	posteriores a 1991	35.0%	36.1%	35.7%	37.5%	33.6%	27.6%	58.0%	27.0%	2.9%	17.7%
	total	100.0%	87.5%	68.1%	19.3%	31.9%	12.5%	2.8%	1.9%	0.5%	7.4%
			Lisboa								
			ocupados	residência habitual	uso sazonal / residência secundária	uso sazonal / vagos	vagos	para venda	para alugar	para demolir	outros
época de construção	Antes de 1919	34 850	25 892	22 227	3 665	12 623	8 958	603	2 297	352	5 706
	De 1919 a 1945	42 307	33 479	28 595	4 884	13 712	8 828	683	2 306	223	5 616
	De 1946 a 1960	62 978	52 840	45 646	7 194	17 332	10 138	772	2 357	144	6 865
	De 1961 a 1970	52 523	45 978	40 361	5 617	12 162	6 545	686	1 506	37	4 316
	De 1971 a 1980	39 699	35 349	31 218	4 131	8 481	4 350	484	762	20	3 084
	anteriores a 1981	232 357	193 538	168 047	25 491	64 310	38 819	3 228	9 228	776	26 587
	De 1981 a 1990	22 434	20 333	17 725	2 608	4 709	2 101	252	420	5	1 424
	De 1991 a 1995	12 808	11 872	10 504	1 368	2 304	936	152	222	2	560
	De 1996 a 2000	20 410	18 689	16 773	1 916	3 637	1 721	260	385	0	1 076
	De 2001 a 2005	22 751	20 441	17 761	2 680	4 990	2 310	696	347	5	1 262
	De 2006 a 2011	12 105	7 783	6 437	1 346	5 666	4 322	2 925	301	2	1 094
	posteriores a 1991	90 508	79 118	69 200	9 918	21 308	11 390	4 285	1 675	14	5 416
	total	322 865	272 656	237 247	35 409	85 618	50 209	7 513	10 903	790	31 003
época de construção	Antes de 1919	10.8%	9.5%	9.4%	10.4%	14.7%	17.8%	8.0%	21.1%	44.6%	18.4%
	De 1919 a 1945	13.1%	12.3%	12.1%	13.8%	16.0%	17.6%	9.1%	21.2%	28.2%	18.1%
	De 1946 a 1960	19.5%	19.4%	19.2%	20.3%	20.2%	20.2%	10.3%	21.6%	18.2%	22.1%
	De 1961 a 1970	16.3%	16.9%	17.0%	15.9%	14.2%	13.0%	9.1%	13.8%	4.7%	13.9%
	De 1971 a 1980	12.3%	13.0%	13.2%	11.7%	9.9%	8.7%	6.4%	7.0%	2.5%	9.9%
	anteriores a 1981	72.0%	71.0%	70.8%	72.0%	75.1%	77.3%	43.0%	84.6%	98.2%	82.5%
	De 1981 a 1990	6.9%	7.5%	7.5%	7.4%	5.5%	4.2%	3.4%	3.9%	0.6%	4.6%
	De 1991 a 1995	4.0%	4.4%	4.4%	3.9%	2.7%	1.9%	2.0%	2.0%	0.3%	1.8%
	De 1996 a 2000	6.3%	6.9%	7.1%	5.4%	4.2%	3.4%	3.5%	3.5%	0.0%	3.5%
	De 2001 a 2005	7.0%	7.5%	7.5%	7.6%	5.8%	4.6%	9.3%	3.2%	0.6%	4.1%
	De 2006 a 2011	3.7%	2.9%	2.7%	3.8%	6.6%	8.6%	38.9%	2.8%	0.3%	3.5%
	posteriores a 1991	28.0%	29.0%	29.2%	28.0%	24.9%	22.7%	57.0%	15.4%	1.8%	17.5%
	total	100.0%	84.4%	73.5%	11.0%	26.5%	15.6%	2.3%	3.4%	0.2%	9.6%
			Porto								
			ocupados	residência habitual	uso sazonal / residência secundária	uso sazonal / vagos	vagos	para venda	para alugar	para demolir	outros
época de construção	Antes de 1919	12 296	7 910	7 051	859	5 245	4 386	437	914	165	2 870
	De 1919 a 1945	14 813	10 352	9 362	990	5 451	4 461	566	888	202	2 805
	De 1946 a 1960	17 536	14 282	12 941	1 341	4 595	3 254	418	697	90	2 049
	De 1961 a 1970	22 419	19 233	17 598	1 635	4 821	3 186	391	954	37	1 804
	De 1971 a 1980	21 359	18 664	16 746	1 918	4 613	2 695	384	798	14	1 499
	anteriores a 1981	88 423	70 441	63 698	6 743	24 725	17 982	2 196	4 251	508	11 027
	De 1981 a 1990	15 506	13 734	12 012	1 722	3 494	1 772	345	378	8	1 041
	De 1991 a 1995	8 272	7 518	6 521	997	1 751	754	138	188	1	427
	De 1996 a 2000	9 091	8 227	7 173	1 054	1 918	864	182	192	1	489
	De 2001 a 2005	7 892	6 707	5 658	1 049	2 234	1 185	496	171	4	514
	De 2006 a 2011	8 052	4 776	3 607	1 169	4 445	3 276	2 453	255	2	566
	posteriores a 1991	48 813	40 962	34 971	5 991	13 842	7 651	3 614	1 184	16	3 037
	total	137 236	111 403	98 669	12 734	38 567	25 833	5 810	5 435	524	14 064
época de construção	Antes de 1919	9.0%	7.1%	7.1%	6.7%	13.6%	17.0%	7.5%	16.8%	31.5%	20.4%
	De 1919 a 1945	10.8%	9.3%	9.5%	7.8%	14.1%	17.3%	9.7%	16.3%	38.5%	19.9%
	De 1946 a 1960	12.8%	12.8%	13.1%	10.5%	11.9%	12.6%	7.2%	12.8%	17.2%	14.6%
	De 1961 a 1970	16.3%	17.3%	17.8%	12.8%	12.5%	12.3%	6.7%	17.6%	7.1%	12.8%
	De 1971 a 1980	15.6%	16.8%	17.0%	15.1%	12.0%	10.4%	6.6%	14.7%	2.7%	10.7%
	anteriores a 1981	64.4%	63.2%	64.6%	53.0%	64.1%	69.6%	37.8%	78.2%	96.9%	78.4%
	De 1981 a 1990	11.3%	12.3%	12.2%	13.5%	9.1%	6.9%	5.9%	7.0%	1.5%	7.4%
	De 1991 a 1995	6.0%	6.7%	6.6%	7.8%	4.5%	2.9%	2.4%	3.5%	0.2%	3.0%
	De 1996 a 2000	6.6%	7.4%	7.3%	8.3%	5.0%	3.3%	3.1%	3.5%	0.2%	3.5%
	De 2001 a 2005	5.8%	6.0%	5.7%	8.2%	5.8%	4.6%	8.5%	3.1%	0.8%	3.7%
	De 2006 a 2011	5.9%	4.3%	3.7%	9.2%	11.5%	12.7%	42.2%	4.7%	0.4%	4.0%
	posteriores a 1991	24.3%	24.4%	23.3%	33.5%	26.8%	23.5%	56.3%	14.8%	1.5%	14.2%
	total	100.0%	81.2%	71.9%	9.3%	28.1%	18.8%	4.2%	4.0%	0.4%	10.2%

Tabela 02.02. Edifícios de habitação por tipo de ocupação - Portugal, Lisboa e Porto (fonte: INE)

Na verdade, deveremos ter em consideração que até ao início da década de noventa (do século XX) não existia praticamente nenhuma regulamentação específica que definisse requisitos de segurança (não-estrutural), comportamento e conforto para os edifícios. Era excepção o RGEU - Regulamento Geral das Edificações Urbanas (Decreto-Lei n.º 38382, de 7 de Agosto de 1951) que, no entanto, no início da década de 90, já se encontrava manifestamente desadequado e desactualizado.

Só em 1990, seria publicado o primeiro Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (Decreto-Lei n.º 40/90, de 6 de Fevereiro) e praticamente, em simultâneo, o primeiro Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios de Habitação (Decreto-Lei n.º 44/90, de 21 de Fevereiro). Foram precisos mais cinco anos, para em 1995, ser publicado o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (Decreto-Lei n.º 23/95, de 23 de Agosto).

Em relação ao comportamento acústico dos edifícios, o Decreto-Lei n.º 251/87, de 24 de Junho, que aprovou o Regulamento Geral do Ruído (RGR), já demonstrava algumas preocupações. Todavia, dado tratar-se de um regulamento sobre prevenção do ruído de carácter genérico e abrangente, veio a mostrar-se bastante ineficaz e com reduzida aplicação efectiva no que ao comportamento dos edifícios diz respeito. Assim, apenas no ano 2002 era publicada regulamentação específica relativa ao comportamento acústico dos edifícios (Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de Maio).

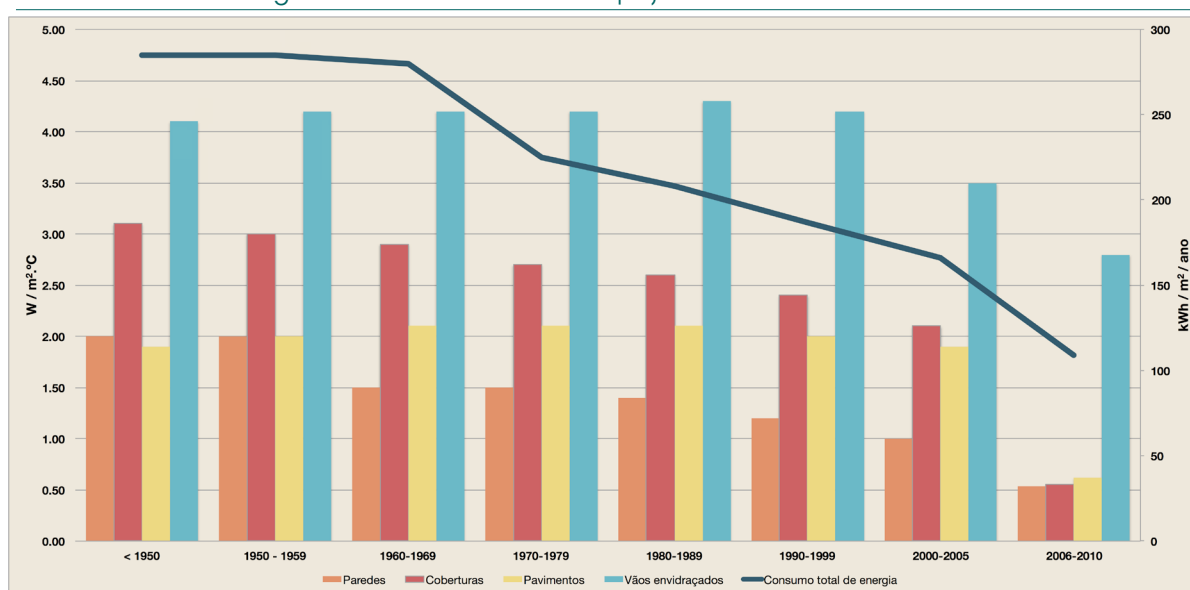
Ora, se tivermos em conta que aproximadamente 65% do parque habitacional português (3,8 milhões de habitações) são anteriores a 1991, que aquele valor sobe para perto dos 80% nas cidades de Lisboa e Porto e que, como já referimos, a reabilitação de edifícios não tem tido grande expressão em Portugal, percebemos que os edifícios a necessitar de reabilitação poderão e deverão ser mais do que aqueles que a estatística do INE nos apresentam.

Para reforçar o que acabamos de referir e a importância da regulamentação específica na evolução dos requisitos e desempenho dos edifícios, atente-se na Figura 02.30, onde se apresenta a evolução dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos da envolvente nos edifícios de habitação em Portugal, bem assim, como a variação no consumo total de energia.

De facto, podemos perceber que entre os edifícios anteriores a 1990 e os posteriores a 2006 (data da publicação do "novo" Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios), os coe-

ficientes de transmissão térmica das paredes, coberturas, pavimentos e vãos envidraçados caíram 67%, 72%, 68% e 95%, respectivamente, e o consumo total de energia reduziu-se para quase metade.

Figura 02.30. Evolução dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos da envolvente e do consumo total de energia nos edifícios de habitação em Portugal (fonte: ASBL - Buildings Performance Institute Europe)



03.04.02> A regeneração urbana em Portugal e as perspectivas de futuro

Apesar do panorama que acabamos de descrever, a regeneração urbana, e em particular a reabilitação de edifícios existentes tem, em Portugal, ainda uma expressão relativamente reduzida face às necessidades reais e quando comparada com o que acontece na grande maioria dos países da União Europeia.

De facto, o segmento de renovação e manutenção (R & M) de edifícios residenciais representa apenas cerca de 23% do volume total da construção de edifícios em Portugal (fonte: INE, 2010), enquanto que em outros países EuroConstruct¹ o sector da R & M de edifícios de habitação já representa aproximadamente 60% do mercado residencial total (como por exemplo, no Reino Unido, na Bélgica, na Noruega, na Holanda, na Alemanha, na Dinamarca, na França e na Itália) [130].

¹ O EUROCONSTRUCT, criado em 1975, é uma rede Europeia de 19 Institutos, de 19 países (Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Irlanda, Itália, Holanda, Noruega, Portugal, Espanha, Suécia, Suíça, Reino Unido, República Checa, Hungria, Polónia e República Eslovaca), vocacionados para a análise do sector da Construção. Organiza duas conferências por ano nas quais apresenta a evolução recente e perspectivas de evolução da economia europeia e do sector da Construção na Europa, incluindo os seus segmentos (residencial, não residencial e engenharia civil). Portugal está representado através do ITIC - Instituto Técnico para a Indústria da Construção.

No entanto, nos últimos anos, a regeneração urbana tornou-se um tema cada vez mais frequente na agenda pública e política portuguesa (ver Breda-Vázquez [131]), parecendo existir agora, uma consciência cada vez maior sobre a importância e premência da regeneração urbana, em especial nas áreas centrais e históricas das nossas cidades.

A este respeito, vão a seguir destacar-se algumas das principais referências nacionais.

03.04.02.01 > Sociedades de Reabilitação Urbana

Percebendo a cada vez maior degradação das condições de habitabilidade, de salubridade, de estética e de segurança das principais áreas urbanas do país, o Estado percebeu a necessidade de intervir de forma muito concreta com o intuito de inverter esta situação.

Assim, através do Decreto-Lei n.º 104/2004, de 7 de Maio [132], estabeleceu o regime jurídico excepcional da reabilitação urbana de zonas históricas e de áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística, que veio permitir a criação das denominadas Sociedades de Reabilitação Urbana (SRU). Estas são o instrumento empresarial, de capitais exclusivamente públicos (municipais e/ou com participação do Estado), através do qual os municípios poderão promover, efectivar e controlar os procedimentos de reabilitação urbana, com particular atenção nas zonas urbanas históricas, cuja conservação e renovação é considerado "um verdadeiro imperativo nacional" [132].

Este regime concede a estas entidades atributos especiais de autoridade e deveres administrativos, de expropriação e licenciamento, possibilitando uma intervenção mais célere, eficiente e eficaz das autoridades locais. São, deste modo, simplificados alguns procedimentos e reduzidos prazos legais, recorrendo-se em todas as situações ao instituto do deferimento tácito [132]. Todavia, apesar de o controlo dos procedimentos estar sempre sobre a alçada dos municípios (ou das suas SRU), é incentivada a concretização das intervenções de reabilitação por parte de promotores privados, nomeadamente pelos proprietários dos imóveis.

A concretização das intervenções, passa pela definição pelas SRU das Unidades de Intervenção (normalmente, um quarteirão, pátio ou rua), seguida da elaboração para cada uma destas de um Documento Estratégico, que deve definir de forma inequívoca os edifícios a intervir, os respectivos proprietários, o planeamento temporal e financeiro das operações a desenvolver, e principalmente, as opções estratégicas da intervenção nas suas diferentes dimensões (habitação, equipamentos, infraestruturas, etc.) [132].

Repare-se, e saliente-se, o facto de, ao mudar de uma preocupação centrada na reabilitação dos edifícios considerados de forma isolada, para as Unidades de Intervenção (quarteirão, pátio ou rua), se estar a caminhar no sentido de uma regeneração urbana (integrada). Tal facto é também confirmado pela preocupação que já é estabelecida de integração do "imperativo público da reabilitação" com a dimensão humana e social deste tipo de intervenções, nomeadamente, no que respeita aos arrendatários, que vêm os seus direitos garantidos e até mesmo reforçados em caso de expropriação através do direito de suspensão do contrato e de reocupação do imóvel, ou do direito de preferência em caso de novo arrendamento [132].

03.04.02.02> Grandes Opções do Plano do Governo para 2005-2009

Também, nas "Grandes Opções do Plano do Governo para 2005-2009", a Lei 52/2005 de 31 de Agosto [133], a renovação urbana é eleita como uma das principais linhas de acção para o referido período, uma vez que na 3.ª Grande Opção, intitulada "Melhorar a Qualidade de Vida e Reforçar a Coesão Territorial num Quadro Sustentável de Desenvolvimento", um dos objectivos passa por alcançar "Mais Qualidade Ambiental, melhor Ordenamento do Território, maior Coesão e melhores Cidades".

Neste âmbito, o documento refere nomeadamente, a reabilitação e revitalização urbanas em áreas centrais como uma das acções que é necessário desenvolver a , "associando a recuperação de edifícios a novas formas de ocupação de natureza residencial, económica e de lazer", denotando também aqui não só uma preocupação com a reabilitação dos edifícios, mas também com o alcançar de uma regeneração urbana que seja ambiental, social e economicamente sustentável [133].

03.04.02.03> Regime jurídico da reabilitação urbana

Em 2009, o então XVII Governo Constitucional reconhecia no seu Programa de Governo que deveria ser dada "elevada prioridade" à reabilitação urbana, tendo mesmo estabelecido um regime de benefícios fiscais à reabilitação urbana e permitido aos municípios que o investimento em reabilitação urbana não fosse contabilizado para efeitos de limites ao seu endividamento.

Foi ainda reconhecido que a legislação existente em matéria de reabilitação urbana, além de dispersa, era também relativamente ineficaz (e a realidade parecia querer demonstrá-lo) e focava-se essencialmente na vertente imobiliária. Considerando, por isso, necessário desenvolver um Regime Jurídico da Reabilitação Urbana (RJRU) - criado pelo Decreto-Lei n.º 307/2009, de 23 de Outubro [8] -, suportado numa visão mais alargada do conceito de reabilitação

urbana - "reabilitação urbana integrada" - e que, por isso, além da vertente física e funcional da intervenção, contemplasse também as dimensões económica, social, cultural e ambiental - "regeneração urbana".

Este regime, definia e suportava-se em dois conceitos:

- As "áreas de reabilitação urbana (ARU)", delimitadas pelos municípios e para as quais estes tinham de definir de forma imediata e clara (em documento próprio, que necessitava de parecer favorável do IHRU - Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana), os objectivos, estratégias (integradas) e tipo de operação de intervenção. Seria ainda necessário definir, logo no momento inicial, qual a entidade responsável pela intervenção - a "entidade gestora" - e os benefícios fiscais e apoios financeiros de que poderiam beneficiar os proprietários de imóveis no interior destas áreas;
- As "operações de reabilitação urbana (ORU)", que "correspondem à estruturação concreta das intervenções a efectuar no interior da respectiva ARU" [8].

Este regime, permitia também, que as intervenções fossem de dois tipos:

- "operação de reabilitação urbana simples", quando o objectivo da intervenção se concentra (unicamente) na reabilitação do edificado; ou
- "operação de reabilitação urbana sistemática", quando a intervenção tem como objectivo e estratégia não só a reabilitação do edificado, mas também e de uma forma integrada, a reabilitação de infraestruturas, equipamentos e espaços urbanos de utilização colectiva; ou se, quisermos, uma requalificação e revitalização de todo o tecido urbano.

Recentemente, e na sequência das medidas definidas e impostas no documento "Portugal: Memorando de entendimento sobre condicionalismos específicos de política económica", aprovado pela Troika (FMI, BCE, UE) e pelo Governo Português (referido na próxima secção), o RJRU foi objecto de uma alteração legislativa, que veio introduzir procedimentos mais flexíveis e simplificados, com o objectivo de agilizar e dinamizar a reabilitação urbana (Decreto-lei n.º 32/2012, de 14 de Agosto [9]).

03.04.02.04> O "Memorando de entendimento sobre condicionalismos específicos de política económica" e o Programa do XIX Governo Constitucional

Na sequência do pedido de concessão de assistência financeira pelo governo português em Abril de 2011 à UE, foi aprovado pela *Troika* (FMI, BCE, UE) e pelo Governo português, em 3 de Maio de 2011, o documento denominado "Portugal: Memorando de entendimento sobre as condicionalidades de política económica" [134]. Nele, é reconhecido e evidenciado o papel do mercado de habitação e da reabilitação urbana no desenvolvimento económico do país e como tal, é estabelecido um conjunto de medidas e acções a implementar pelo Governo português de forma a agilizar e revitalizar o mercado de arrendamento e a dinamizar a reabilitação urbana e a indústria da construção. Nomeadamente:

- 1) A adopção de legislação que simplifique, os procedimentos para a realização de obras de reabilitação, os requisitos de segurança, as licenças de utilização, bem como outras formalidades que conduzam a melhoria da qualidade e valor do edifício (p.ex. melhoria da eficiência energética);
- 2) A simplificação das regras que definem e permitem o realojamento temporário dos inquilinos de um edifício sujeito a obras de reabilitação, não esquecendo, no entanto, os aspectos de natureza social;
- 3) Possibilitar a cessação dos contratos de arrendamento existentes, quando se proceda à execução de obras de reabilitação significativas, como por exemplo as que afectem as condições de estabilidade do edifício;
- 4) Normalizar as regras que permitem determinar o estado de conservação de um edifício e condições para a demolição de edifícios em ruínas.

Dando sequência às medidas acordadas no Memorando, também o Programa do XIX Governo Constitucional [135] propõe um conjunto de medidas para facilitar a renovação urbana e o mercado de arrendamento e desenvolver uma nova abordagem para a política das cidades de modo a " [...] combater o crescimento assimétrico das cidades e os graves desequilíbrios no ordenamento do território [...]" [135] e estimular o repovoamento dos centros urbanos.

Foi assim desenvolvido um conjunto de alterações legislativas (ver, "03.04.02.03> Regime jurídico da reabilitação urbana", pág. 58) com o objectivo de estimular a constituição de Fundos Imobiliários de Reabilitação Urbana, de simplificar a criação e delimitação das

Áreas de Reabilitação Urbana (ARU) e de permitir a realização de "operações de reabilitação urbana isoladas" (isto é, de um edifício isoladamente)¹.

03.04.02.05> A "Lei do arrendamento urbano"

Reconhecendo o papel central que a revitalização do mercado de arrendamento pode (e deve desempenhar) na necessária mudança de paradigma do mercado de habitação em Portugal, mas também na concretização da regeneração urbana e no alcançar de um verdadeiro desenvolvimento sustentável, foi criado, em 2006, pelo Governo português um novo quadro legal para o mercado de arrendamento - o NRAU, Novo Regime do Arrendamento Urbano (Lei 6/2006, a Lei 156/2006, a Lei 157/2006, a Lei 158/2006, a Lei 159/2006, a Lei 160/2006, a Lei 161/2006).

Este "novo" regime, previa e contemplava uma metodologia de actualização das rendas (nomeadamente, das rendas mais antigas), o que potencialmente seria um mecanismo dinamizador da reabilitação urbana. Verificou-se, no entanto, que tais objectivos não foram de todo atingidos. De facto, os dados disponíveis (INE, Censos 2001 e Sistema NRAU), demonstram que dos mais de 250 mil imóveis com rendas antigas, apenas pouco mais de 3 mil teriam visto as rendas actualizadas até meados de 2012.

Perante este panorama, em 2012, o Governo português procedeu à revisão do regime de arrendamento [136], com objectivo de eliminar os constrangimentos à implementação de uma efectiva política de reabilitação urbana, tornar estes procedimentos mais céleres, facilitar e promover o investimento privado nesta área e conjugar a reabilitação e arrendamento urbano. Esperando, assim, conseguir uma efectiva dinamização da reabilitação urbana (e indústria da construção), dinamizar o mercado de arrendamento e, em consequência, renovar as cidades.

03.04.03> O potencial económico da regeneração

Como acabamos de ver, a regeneração urbana tornou-se um tema central na agenda pública e política portuguesa, parecendo não restarem quaisquer dúvidas da urgência e papel central que a regeneração urbana, e em especial a regeneração das zonas centrais e históricas das cidades, deverá desempenhar no desenvolvimento económico, social, cultural e ambiental do país.

¹ Saliente-se, no entanto, que esta medida poderá contrariar o objectivo central de alcançar uma regeneração urbana (integrada).

Assim, e para concluir esta breve análise ao panorama actual da regeneração urbana em Portugal (como um enfoque principal no mercado de habitação), e percebendo-se os impactos económicos da regeneração urbana na economia (na construção, na indústria, no comércio, no turismo, etc.), pareceu-nos interessante perceber e estimar alguns dos referidos impactos.

Fizemos, assim, um estudo com base nos dados disponíveis sobre o parque habitacional português, nomeadamente os publicados pelo INE, e procuramos estimar alguns dos indicadores que nos pareceram mais interessantes e representativos. A saber:

- 1) o valor total do parque habitacional;
- 2) o valor do parque habitacional desocupado e/ou com utilização esporádica/sazonal;
- 3) o valor total das intervenções de reabilitação necessárias no parque habitacional;
- 4) o valor das intervenções necessárias no habitacional desocupado e/ou com utilização esporádica/sazonal.

No cálculo efectuado, tivemos em consideração os seguintes aspectos:

- Número total de habitações, de acordo com os dados dos CENSOS 2011 (INE);
- Idade dos imóveis, de acordo com os dados dos CENSOS 2011 (INE);
- Tipo de ocupação, de acordo com os dados dos CENSOS 2011 (INE);
- Estado de conservação, de acordo com os dados dos CENSOS 2011 (INE);
- Área construída, estimada para cada período de construção e estado de conservação. Para tal, consideramos a distribuição média do parque habitacional por cada tipologia e admitimos que as áreas para cada uma das tipologias variam em função do período de construção (tendo sido considerados 3 períodos: anteriores a 1945 - em que as áreas para cada tipologia, foram admitidas inferiores em 10% às definidas no RGEU, Regulamento Geral das Edificações Urbana [137], entre 1945 e 1990 em que as áreas foram admitidas iguais à do RGEU e finalmente, posteriores a 1990 em que as áreas para cada tipologia foram consideradas iguais às propostas pela subcomissão para a revisão do RGEU [138], criada pela Portaria n.º 62/2003 de 16 de Janeiro e Despacho n.º 5493/2003 de 27 de Fevereiro);
- Custo de construção, teve por base o valor médio de construção por metro quadrado estabelecido pela Portaria

n.º 1330/2010, de 31 de Dezembro [139] (603 Euros/m²)¹, de acordo com o previsto nos artigos 38.º e 39.º do Código do Imposto Municipal sobre Imóveis (CIMI) [140], e que é fixado anualmente, sob proposta da Comissão Nacional de Avaliação de Prédios Urbanos (CNAPU);

- Valor de mercado, definido pelo valor médio de avaliação bancária (1105 Euros/m²) dos alojamentos, em Agosto 2011 (INE);
- Depreciação física - no cálculo foi também considerada a depreciação física dos imóveis de acordo com a metodologia proposta pelo CIMI, isto é, utilizando o coeficiente de vetustez definido no seu artigo 44.º [140]. Como esta metodologia, apenas considera no cálculo da depreciação física a idade do imóvel, efectuou-se também as estimativas de valor, utilizando a metodologia proposta por Ross-Heidecke (ver Coutinho-Rodrigues [141], pág. 202-209), uma vez que esta tem em conta também o estado de conservação do imóvel (EC), bem assim, como a sua vida útil (n) espectável (e será provavelmente a metodologia mais utilizada em avaliação imobiliária);
- Vida útil - conforme referido no cálculo da depreciação física pelo método de Ross-Heidecke, é utilizada a vida útil espectável. Assim, nos cálculos efectuadas neste trabalho, utilizaram dois valores para a vida útil das habitações. Um que permitisse que os valores da depreciação física, obtida pelo método de Ross-Heidecke, para o EC "Sem necessidade de reparação", fosse semelhante aos coeficientes de vetustez definidos no CIMI - simulação (1), com $n=130$ anos. E outro que utilizasse para a vida útil dos imóveis, valores mais próximos dos usualmente adoptados em avaliação imobiliária ($n=40$ a 50 anos, para edifícios de habitação multifamiliar; $n=70$ a 80 anos, para habitação unifamiliar). Assim, sabendo que no nosso país aproximadamente 2/3 das habitações são do tipo unifamiliar, utilizou-se para n o valor "médio" de 69 anos - simulação (2).

Na tabela seguinte, apresentam-se os valores obtidos para o valor total do parque habitacional e os valores do parque habitacional desocupado e/ou com utilização esporádica/sazonal.

¹ Ao valor definido na referida portaria (482.40 Euros), acresce o custo do terreno (25% do custo de construção) de acordo com o definido no CIMI.

Tabela 02.03. Estimativa do valor do parque habitacional português (em milhões de Euros)

	Valores em custo de construção			Valores a preços de venda		
	Coef. de vetustez do CIMI	Ross-Heidecke simulação (1)	Ross-Heidecke simulação (2)	Coef. de vetustez do CIMI	Ross-Heidecke simulação (1)	Ross-Heidecke simulação (2)
Parque habitacional total	201 043 917	204 515 353	146 290 732	368 413 812	374 775 233	268 078 373
Desocupadas + Uso sazonal e 2ª habitação	60 077 852	61 149 727	40 373 474	110 092 913	112 057 127	73 984 558
Desocupadas (venda; aluguer; demolir)	20 773 989	21 174 631	11 150 300	38 068 420	38 802 598	20 432 971

Verificou-se que os valores obtidos utilizando o coeficiente de vetustez proposto pelo CIMI e pela simulação (1) do método de Ross-Heidecke são idênticos (diferenças inferiores a 2%). Já no caso dos valores obtidos pela simulação (2) do método de Ross-Heidecke os valores obtidos são significativamente inferiores, atingindo uma diferença da ordem dos 50% para o valor das habitações desocupadas (aproximadamente 38 000 milhões de Euros vs 24 400 milhões de Euros). Tal, deve-se ao facto de se diminuir a vida útil espectável para os imóveis (aumentando por isso os valores obtidos para os coeficientes de depreciação) e ser nas habitações desocupadas que os edifícios mais antigos têm um peso relativo maior (cerca de 50% têm mais de 40 anos). Posto isto, de agora em diante os valores referidos serão os obtidos pelo método de Ross-Heidecke - simulação (1) - fazendo, quando se considerar pertinente, também referência aos valores obtidos pela simulação (2).

03.04.03.01 > Valor do parque habitacional português

Como se observa pela análise da Tabela 02.04 e da Figura 02.31, estima-se que o valor total do parque habitacional português seja de aproximadamente 200 mil milhões de Euros a preços de construção e de 375 mil milhões de Euros a preços de venda, sendo que aproximadamente 50% deste valor corresponde a habitação construída nos últimos 20 anos.

Já o valor da habitação totalmente desocupada é estimado em 21 mil milhões de Euros e 39 mil milhões de Euros a preços de custo e de venda respectivamente. Se juntarmos as habitações que apenas tem ocupação esporádica ou sazonal, estes valores crescem para 61 e 112 mil milhões de Euros. Repara-se que o valor do pedido de assistência financeira pelo governo português em Abril de 2011 à *Troika* foi de 78 mil milhões de Euros e que o valor total dos empréstimos concedidos às famílias para aquisição de habitação era em Agosto de 2011 de 118 mil milhões de Euros [142], valor semelhante ao das habitações desocupadas ou com ocupação esporádica (a preços de venda)!

Tabela 02.04. Estimativa do valor total do parque habitacional português por época de construção

		Percentagem de Edifícios por estado de conservação							Coeficiente de Depreciação de Ross-Heidecke ⁽⁴⁾					Preços de Construção ⁽¹⁾ [1000 €]	Preços de Venda ⁽²⁾ [1000 €]
		Sem necessidade de reparação	Pequenas reparações	Reparações médias	Grandes reparações	Muito degradado	Idade [anos]	Cv ⁽³⁾	Sem necessidade de reparação	Pequenas reparações	Reparações médias	Grandes reparações	Muito degradado		
Antes de 1919	251 619	37%	24%	17%	11%	11%	>92	35%	64.2%	69.9%	75.4%	82.6%	90.9%	3 107 749	5 694 964
De 1919 a 1945	373 893	41%	27%	17%	9%	6%	66-92	38%	50.1%	58.1%	65.8%	75.8%	87.3%	6 771 545	12 408 885
De 1946 a 1960	539 060	51%	28%	14%	5%	2%	51-66	51%	34.3%	44.8%	55.0%	68.1%	83.3%	15 238 177	27 924 022
De 1961 a 1970	648 488	61%	26%	10%	3%	1%	41-51	65%	25.9%	37.7%	49.2%	64.0%	81.1%	21 620 654	39 619 938
De 1971 a 1980	983 645	72%	20%	6%	1%	0%	31-41	75%	19.8%	32.6%	45.0%	61.0%	79.6%	36 810 870	67 456 072
De 1981 a 1990	1 011 960	81%	15%	3%	1%	0%	21-31	80%	14.2%	27.9%	41.2%	58.3%	78.2%	41 401 756	75 868 890
De 1991 a 1995	503 665	86%	11%	2%	0%	0%	16-21	85%	10.4%	24.8%	38.6%	56.5%	77.2%	21 773 166	39 899 417
De 1996 a 2000	594 664	90%	8%	1%	0%	0%	10-16	90%	7.9%	22.6%	36.9%	55.2%	76.6%	28 765 728	52 713 316
De 2001 a 2005	581 718	94%	5%	1%	0%	0%	6-10	95%	5.7%	20.8%	35.4%	54.1%	76.0%	29 025 707	53 189 728
De 2006 a 2011	370 828	96%	3%	1%	0%	0%	0-6	98%	3.7%	19.1%	34.0%	53.2%	75.5%	18 939 593	34 706 882
Total	5 859 540													204 515 353	374 775 233

(1) Definido com base no valor referido na Portaria 1330/2010 de 31 de Dezembro

(2) INE - Valores médios de avaliação bancária (€/m²) dos alojamentos por Localização geográfica (NUTS - 2002), Tipo de construção e Tipologia do fogu; Mensal, Agosto 2011

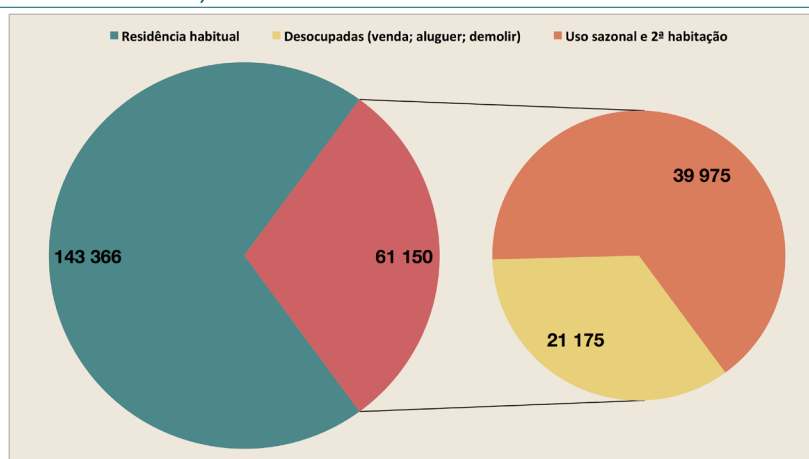
(3) Coeficiente de vetustez com base no Artigo 44.º do CIMI

(4) Depreciação física de acordo com o método de Ross-Heidecke, aferido de modo a que os coeficientes para os edifícios "sem necessidade de reparação" sejam idênticos aos preconizados no CIMI.

Para se perceber melhor a dimensão destes valores, nomeadamente o valor das habitações totalmente desocupadas, este (a preços de construção) era equivalente a 1/8 do PIB português em 2011, ou daria para: construir 7 novos "Aeroporto de Lisboa - solução de Alcochete" (estimativa orçamental de 3,1 mil milhões de Euros); construir 3 "Projectos do TGV, com as ligações a Madrid e Vigo" (estimativa orçamental de 7,1 mil milhões de Euros); multiplicar por 12 o investimento efectuado pela "Parque Escolar" entre 2007 e 2011 (1,8 mil milhões de Euros); ou construir 200 novos hospitais pediátricos de Coimbra (105 milhões de Euros).

Figura 02.31.

Valor do parque habitacional português por tipo de ocupação (em milhões de Euros)



03.04.03.02> Potencial económico da reabilitação

Embora nos tenha parecido interessante estimar e evidenciar o valor do parque habitacional português, será porventura bem mais importante estimar o potencial económico da reabilitação do património habitacional, uma vez que esta, além de necessária e urgente (dado o estado em que se encontra uma grande parte das habitações) é

também, apontada de forma quase unânime como um dos factores dinamizadores e potenciadores da (desejada) retoma económica do país.

Assim, à semelhança do que foi efectuado para estimar o valor do parque habitacional, partindo dos mesmos dados e de princípios semelhantes, efectuamos o cálculo do valor das obras de reabilitação para um primeiro cenário (Cenário 1), em que se admitiu que apenas é realizada uma intervenção mínima. Isto é, que as obras a realizar em cada um dos edifícios correspondem ao mínimo necessário para, de acordo com o seu actual EC, os colocar com condições mínimas de habitabilidade,

Assim, partindo do valor médio de construção por metro quadrado estabelecido pela Portaria n.º 1330/2010, de 31 de Dezembro [139] (603 Euros/m²) e tendo em consideração a especificidade e eventual maior complexidade das obras de reabilitação (nomeadamente, aquelas que acontecem em zona urbana consolidada), foram fixados os seguintes custos em função do tipo intervenção (esta definição teve em consideração a descrição dos trabalhos apresentada por Paiva et al [55], pág. 279-281 e os custos definidos por Shah [113], pág. 6-8 convenientemente ponderados para a realidade do sector da construção em Portugal):

- Reabilitação ligeira - RL (74 Euros/m²), corresponde à execução de pequenas reparações e beneficiações, como por exemplo: limpeza da cobertura, substituição pontual de telhas; reparação de anomalias pontuais em rebocos e revestimentos, eventual pintura do interior e exterior do edifício; reparação pontual da caixilharia e vãos envidraçados; reparações pontuais das instalações eléctricas e de iluminação. Trata-se, por isso, de uma intervenção relativamente rápida, simples e pouco intrusiva, dando exteriormente a sensação de que o edifício sofreu uma acção de manutenção (de rotina) e não uma intervenção de reabilitação. Na vertente económico-financeira representa um investimento mínimo, mas também produz um impacto relativamente diminuto na valorização do imóvel;
- Reabilitação intermédia - RI (186 Euros/m²), acresce aos trabalhos descritos para a RL: a reparação e/ou substituição de elementos de caixilharia, escadas, soalhos e tectos; reparação de elementos estruturais (com eventual reforço pontual); reparação generalizada de revestimentos interiores e exteriores; execução de nova instalação eléctrica; beneficiação das partes comuns dos edifícios; alterações pontuais, na organização dos espaços; melhoria dos equipamentos existentes (AQS, cozinhas, instalações sanitárias, etc.). Assim, o grau de intervenção será necessariamente inferior àquele que seria necessário para que

o edifício respeitasse as exigências de comportamento exigidas pelas normas e regulamentos em vigor;

- Reabilitação profunda - RP (595 Euros/m²), que inclui, para além dos trabalhos nos níveis anteriores, a necessidade de proceder a demolições e reconstrução (em alguns casos significativas) de elementos do edifício (elementos de compartimentação, elementos estruturais, etc.). Podemos salientar: a execução de alterações profundas na distribuição e organização dos espaços interiores do edifício (alterações nas tipologias e/ou alteração ao número total de fracções); reforço generalizado e ou alteração/substituição dos elementos estruturais da estrutura. As intervenções e as soluções a adoptar, devem ser técnica e cuidadosamente ponderadas, de modo a intervir apenas onde e no grau necessário para dar resposta às actuais exigências regulamentares e garantir que não deverá ser necessário repetir uma intervenção deste nível por um período de 15 a 20 anos¹. Assim, este tipo de intervenção, implicará um incremento substancial do valor comercial do imóvel, uma vez que lhe deverá permitir "competir" com os edifícios novos (de qualidade média);
- Reabilitação excepcional - RE (1004 Euros/m²), que corresponde a uma intervenção de natureza excepcional, que ultrapassa as obras de reparação e beneficiação, descritas nos níveis anteriores e implicará normalmente a reabilitação do edifício para padrões elevados e muito superiores aos preexistentes, podendo incluir o recurso a técnicas de restauro, quando o valor patrimonial o justifique. Isto significa, normalmente, que apenas a fachada do edifício é mantida, mas reforçada no seu desempenho para os melhores padrões actuais e todos os outros sistemas e componentes do edifício são substituídos. Há ainda uma completa reconfiguração da geometria e organização dos espaços, muitas das vezes o edifício vê a sua área ser aumentada, através da reconfiguração e ou ampliação do número de pisos e em zonas urbanas centrais, também é usual a criação de espaço de estacionamento com a construção de pisos enterrados. Uma intervenção deste tipo, embora muitas das vezes seja considerada mais arriscada (porque, por norma, é mais dispendiosa), conduzirá também, a um maior potencial de valorização dos imóveis, muitas das vezes acima do valor da construção nova.
- Demolição e construção de novo - DC (744 Euros/m²), a aplicar a edifícios muito degradados e/ou em estado de ruína que, quer pelo seu EC, quer pelo seu valor e características patrimoniais,

¹ De salientar que este período temporal é referido em Shah [113], pág. 7, e corresponderá à prática e expectativa da realidade inglesa. Será de admitir que no nosso país, mesmo que se efective uma mudança de mentalidade e atitude em relação à manutenção, conservação e reabilitação de edifícios (que será necessariamente gradual), estes período será porventura duplicado (30 a 40 anos), pelo que as opções de intervenção deverão ter em conta este cenário.

se considera que a demolição e construção se apresenta como a melhor solução (no valor do custo de construção estão incluídos os custos de demolição).

Fez-se, então, corresponder a cada binómio EC/data de construção um dos tipos de intervenção atrás descritos de acordo com o apresentado na tabela seguinte:

Tabela 02.05.

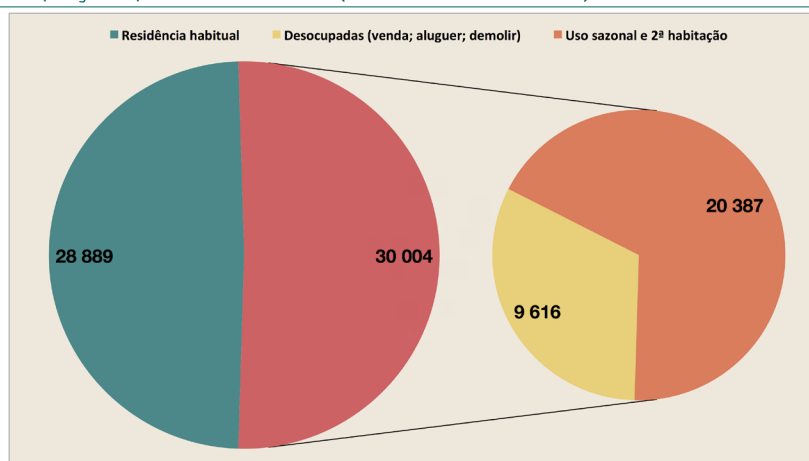
Cenário 1 - Tipo de intervenção em função do EC/data de construção

Data da construção	Sem necessidade de reparação	Pequenas reparações	Reparações médias	Grandes reparações	Muito degradado
até 1990	RL	RI	RP	RE	DC
a partir de 1991	-	RL	RI	RP	RE

Assim, e conforme o ilustrado na Figura 02.32, estima-se que para este Cenário 1 o valor das necessidades de reabilitação do parque habitacional são da ordem dos 60 mil milhões de Euros (35% do PIB de Portugal em 2011), sendo que destes aproximadamente 10 mil milhões correspondem a intervenções em edifícios totalmente desocupados, subindo este valor para 30 mil milhões se adicionarmos a estes os edifícios com ocupação esporádica ou sazonal.

Figura 02.32.

Valor da reabilitação do parque habitacional português por tipo de ocupação, para o Cenário 1 (em milhões de Euros)



Estes valores encontram "eco", por exemplo, no estudo apresentado por Cardoso et al [143] que apresenta um valor para as necessidades de reabilitação dos edifícios residenciais de 74 mil milhões de Euros.

Consideramos ainda um segundo cenário, mais "optimista" (Cenário 2), em que a intervenção a realizar em cada um dos edifícios corresponde ao necessário para, de acordo com os seus actuais EC os colocar com condições de habitabilidade e conforto próximas dos

parâmetros actuais. Tal correspondeu a admitir para cada binómio EC/data de construção um tipo de intervenção de acordo com o apresentado na Tabela 02.06.

Tabela 02.06.

Cenário 2 - Tipo de intervenção em função do EC/data de construção

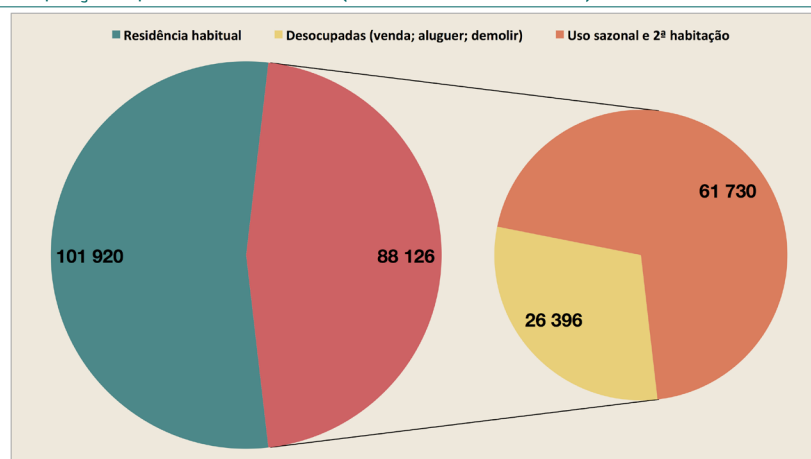
Data da construção	Sem necessidade de reparação	Pequenas reparações	Reparações médias	Grandes reparações	Muito degradado
até 1990	RP	RP	RP	RE	DC
a partir de 1991	-	RL	RI	RP	RE

Saliente-se que a grande diferença para o Cenário 1 está em considerar ser necessária uma Reabilitação Profunda nas habitações com data de construção anterior a 1991 e cujo EC (de acordo com os dados dos CENSOS 2011) é igual ou superior a "Reparações médias"¹.

Assim, e conforme o ilustrado na Figura 02.33, estima-se que para este cenário "optimista" o valor das necessidades de reabilitação do parque habitacional é da ordem dos 190 mil milhões de Euros (110% do PIB de Portugal em 2011), sendo que destes aproximadamente 26 mil milhões correspondem a intervenções em edifícios totalmente desocupados, subindo este valor para 88 mil milhões se adicionarmos ainda os edifícios com ocupação esporádica ou sazonal.

Figura 02.33.

Valor da reabilitação do parque habitacional português por tipo de ocupação, para o Cenário 2 (em milhões de Euros)



A estes valores podemos ainda adicionar os valores apresentados por Cardoso et al [143] para a reabilitação de edifícios não residenciais públicos e privados (34 mil milhões de Euros) e do património monumental (30 mil milhões de Euros).

¹ Admite-se a necessidade de RP neste conjunto de habitações, uma vez que, conforme já referido (ver pág. 55), até ao início da década de noventa (do século XX) não existia, com a excepção do RGEU, nenhuma regulamentação específica que definisse requisitos de segurança (não-estrutural), comportamento e conforto para os edifícios.

Para concluir, e salientar a dimensão e o potencial do mercado da regeneração urbana, será importante referir que o aumento do investimento em regeneração urbana tem outros impactos económicos (directos e indirectos) que importa referir. Nomeadamente:

- A diminuição do desemprego, estimada em 140 mil novos empregos no curto prazo de acordo com um estudo citado por Reis Campos, presidente da CPCI - Confederação Portuguesa da Construção e do Imobiliário (citado por Freitas [129]), e em quase 590 mil empregos durante os próximos 20 anos, de acordo com a estimativa apresentada por Cardoso et al [143];
- O consequente aumento do consumo pelas famílias, e poupança ao nível do subsídio de desemprego;
- O aumento de 0.5% no PIB (900 milhões de Euros por ano) durante os próximos 20 anos (tempo estimado para concluir o volume de obras) [143];
- O aumento das receitas do estado (IRC, IRS, IVA e Contribuições para a Segurança Social), da ordem dos 42 mil milhões de Euros [143].

C > 03

metodologias de apoio à decisão em acções de RU

01 > Introdução

Como demonstrado no capítulo anterior, a regeneração urbana é um problema real, actual e com uma importância cada vez maior (principalmente nos países mais desenvolvidos), revelando-se por isso como um factor crucial nas políticas e medidas de gestão das cidades em todas as suas dimensões - económica, social, cultural, ambiental, etc.

Nos últimos anos, a regeneração urbana deixou de ser apenas mais uma área de estudo e investigação e tornou-se parte integrante das novas políticas urbanas [144]. Simultaneamente, decisores políticos, técnicos, especialistas e a população em geral, foram percebendo que os problemas das cidades não se resolviam apenas com intervenções no património edificado e nos espaços e infraestruturas públicas [144]. Estes problemas são bem mais complexos. De facto, eles requerem a consideração de múltiplas dimensões na análise e nas decisões, são por vezes ambíguos e com grande grau de incerteza, além de envolverem na sua resolução um cada vez maior número de intervenientes [145]. Segundo Andersen & Van Kempen [144], essas novas políticas urbanas podem ser relacionadas com as seguintes cinco características:

- 1) A mudança "de governo para governância"¹ (ver também De Roo & Porter [146]), isto é, uma nova forma de agir na resolução de problemas específicos, com o envolvimento activo de

¹ Governância, governança ou nova governação? Carlos Jalali, professor de Ciência Política da Universidade de Aveiro, no artigo "Nova governação, nova cidadania? Os cidadãos e a política em Portugal", in Revista de Estudos Politécnicos, vol. II, n.º 4, pág. 29-38, 2005, refere "[...] A expressão *nova governação* é aqui usada como tradução do conceito de *governance*, dada a ausência de uma tradução consolidada deste conceito. Efectivamente, podem ser identificadas pelo menos três traduções rivais do conceito de *governance* em português: *governação* (viz., documento "Um Livro Branco sobre a Governação Europeia - Aprofundar a Democracia na União Europeia", Comissão Europeia, SEC (2000) 1547/7, de 11 de Outubro de 2000); *governança* ("Governança Europeia: Um Livro Branco", Comissão Europeia, COM (2001) 428 final, de 25 de Julho de 2001); e *governância* (OCDE, A Governância no Século XXI, 2002) [...]". Já Alexandra Aragão, Professora Auxiliar da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, refere num documento intitulado a "A governância" [147] "[...] E, de facto, na versão oficial portuguesa da documentação europeia, o que encontramos é *governança*, e na Constituição Europeia, *bom governação*. Quanto a *governança*, que provém do francês antigo (*gouvernance*), recusamo-la porque semanticamente é considerada sinónimo de governo (e a *governância*, como veremos, é bem diferente de um simples governo mais eficaz) e, sobretudo, porque tem um sentido marcadamente pejorativo que, naturalmente, também rejeitamos com veemência. [...] Por isso, em vez de defender uma evolução semântica do termo *governança* preferimos, porque nos parece mais natural, criar um neologismo para significar uma ideia que é nova: a *governância* pretende ser uma nova resposta para novas preocupações, uma solução diferente para problemas especiais."

todos os intervenientes, visando encontrar respostas e soluções concretas para os seus problemas;

- 2) O foco no *empowerment*¹ das populações das cidades e/ou de bairros específicos, através do fomento e motivação para a sua participação na resolução dos problemas, fornecendo-lhes informação, recursos e meios de análise, dando-lhes autonomia e delegando-lhes poderes na tomada de muitas das decisões. Isto é, fomentando a participação efectiva das populações nas decisões e transformando os cidadãos em actores em vez de objectos;
- 3) A transição de políticas globais e universais para políticas locais, orientadas para a resolução de problemas concretos e específicos de uma determinada área (cidade, bairro, rua, etc.);
- 4) A tentativa de integrar as políticas, normas e medidas de diferentes áreas e/ou departamentos e transformá-las em acções conjuntas, coordenadas e compatíveis, ou seja, num projecto de acção único, coordenado e coerente;
- 5) Uma crescente utilização de convénios ou contratos como meio de regulação política e como o veículo que permite assegurar o comprometimento e efectivo empenhamento das partes, definindo claramente as responsabilidades de cada uma, as metas e objectivos a alcançar, bem como, as metodologias para as avaliar e comprovar.

Para além desta transformação, devemos ainda compreender a dimensão temporal, espacial e até mesmo institucional das políticas urbanas, cujos impactos tendem a ultrapassar os limites da própria zona, cidade ou região, mas que, no entanto, são frequentemente esquecidos ou ignorados pelos agentes de decisão (nomeadamente, os políticos), que tendem a ficar confinados aos interesses da sua escala temporal, aos limites espaciais da sua área de jurisdição e dentro dos seus (por vezes "limitados") contextos institucionais e organizacionais [148].

É, por isso, urgente uma percepção mais profunda destes impactos e, em consequência, uma melhor e mais eficaz integração das políticas de sustentabilidade globais nas intervenções e práticas de gestão urbana, obrigando os intervenientes e decisores locais a transformar significativamente a sua forma "tradicional" de governar, reescalando os seus horizontes temporais e espaciais, interagindo e coordenando acções com outros decisores locais, nacionais e "globais" [148] e com-

¹ *Empowerment* é o processo de reforço da capacidade dos indivíduos ou grupos para fazer escolhas e transformar essas escolhas em acções e resultados. O *empowerment* consiste, deste modo, na delegação de autoridade e de responsabilidade. Trata-se pois, de descentralizar poderes na cadeia hierárquica de uma organização, conferindo autonomia aos colaboradores de modo a que eles se mostrem aptos a diagnosticar, analisar e propor soluções, baseando-se na cooperação de todos os membros de uma organização. O *empowerment* favorece a criação de relações de confiança entre os colaboradores de uma organização, constituindo-se como uma via que permitirá melhorar a qualidade, a produtividade e, consequentemente, os resultados das acções desenvolvidas. (baseado na definições encontradas em: sloanreview.mit.edu; [Web.worldbank.org](http://www.pmelink.pt); <http://www.pmelink.pt>)

preendendo que o fomento de uma efectiva participação pública, mais do que uma "moda" é uma necessidade e um caminho para a obtenção de melhores políticas públicas, para potenciar o sucesso e eficácia e para reduzir eventuais conflitos [149].

Concretizando, estamos a falar da já referida mudança do "governo para a governância" que, como já referimos, representa uma nova forma de agir na resolução de problemas específicos, visando encontrar respostas e soluções concretas para os problemas. Incorpora novos actores em representação dos sectores público, privado e de outros tipos de organizações não governamentais (ONG) [150], que actuam em diferentes escalas espaciais (local, regional, nacional, global), mas também, novas formas de interagir e comunicar (criação de parcerias, grupos de discussão - *think tanks* -, de redes - *networking*, etc.) baseadas em interesses comuns que incentivam a partilha de experiências, de resultados e de recursos [150].

Os problemas da gestão e desenvolvimento urbano e em particular os associados à regeneração urbana, envolvem assim, múltiplas dimensões, uma vez que, para além dos aspectos físicos/estruturais, contemplam também, os aspectos económicos, sociais e ambientais Figura 03.01.

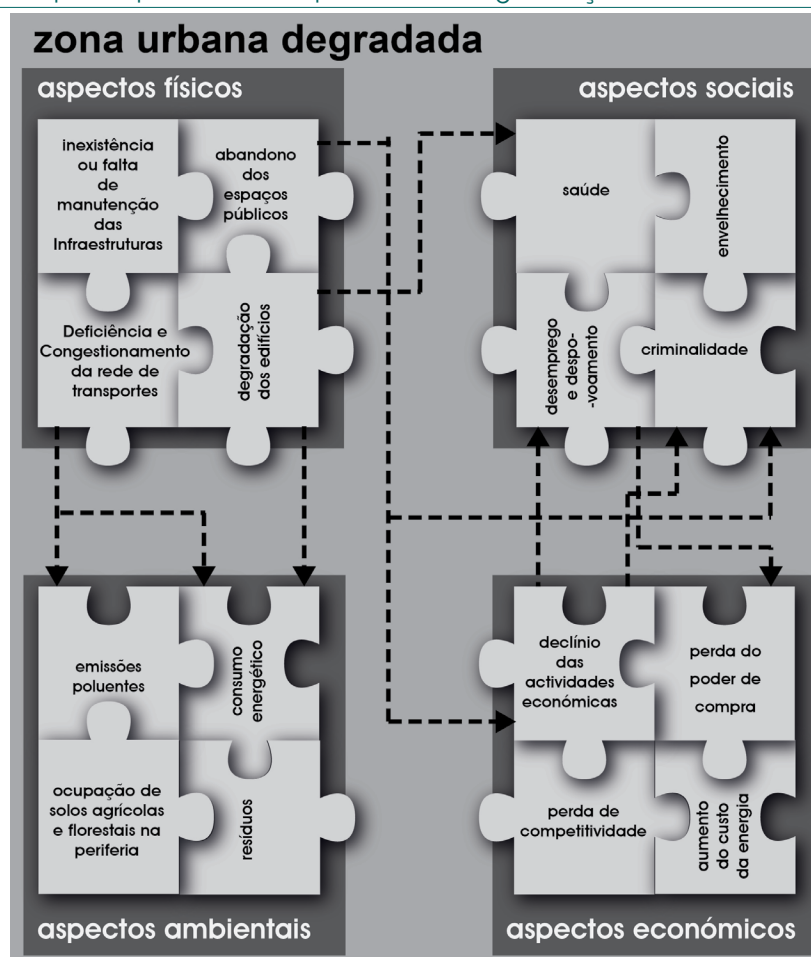
A RU é, cada vez mais encarada como uma operação complexa e multifacetada, caracterizada por uma visão mais alargada da cidade, apelando ao fomento da participação activa de todos os interessados, com a procura de uma identificação mais nítida de todos os impactos (económico-financeiros, ambientais, sociais, culturais, etc.) acompanhada ainda por uma preocupação cada vez mais notória com a sustentabilidade das intervenções.

A RU envolve deste modo, múltiplos, conflitantes e incomensuráveis aspectos na avaliação do mérito de possíveis alternativas de intervenção, dependendo do contexto do estudo e dos intervenientes (consumidores, promotores, agências governamentais ou municipais, etc.) [151]. As magnitudes dos benefícios e dos custos e as relações complexas e contraditórias envolvidas nestes processos, vêm enfatizar a necessidade de uma abordagem integrada [148], justificando o desenvolvimento e a utilização de metodologias avançadas de apoio aos agentes de decisão [152] [153]. Estas parecem-nos e têm vindo a ser entendidas [152] como instrumentos fundamentais na estruturação e análise deste tipo de problemas, uma vez que, ao permitirem incorporar as diversas nuances e dimensões da avaliação, são mais representativas do contexto real de decisão.

É o caso dos modelos multicritério de apoio à decisão (MMCAD) que ao permitirem a captura da diversidade dos aspectos em avaliação, fornecem aos agentes de decisão (AD) uma melhor percepção dos aspectos em conflito, mas também da natureza das relações de compromisso a considerar. A natureza multidimensional dos problemas requer o uso de metodologias sofisticadas de análise multiatributo ou multiobjectivo, estas envolvendo o uso de apropriadas técnicas de optimização - tais como modelos matemáticos de programação linear, para identificar as melhores estratégias de reabilitação a implementar. Surge assim pertinente, o desenvolvimento de uma metodologia que tire proveito das potencialidades destas técnicas e permita sistematizar os problemas de regeneração do espaço urbano edificado.

Figura 03.01.

Múltiplos aspectos de um processo de regeneração urbana



Vamos apresentar na primeira parte deste capítulo uma proposta de metodologia de apoio à decisão em intervenções de regeneração urbana, que procura sistematizar o estudo e análise deste tipo de intervenções.

Considerando o método de estruturação e desenvolvimento das intervenções de reabilitação urbana estabelecido no regime jurídico da reabilitação urbana (ver Capítulo 2, secção 03.04.02.03>, pág. 58), e em particular:

- O conceito de Área de Reabilitação Urbana, cuja delimitação pelos municípios tem como efeito determinar a parcela territorial que justifica uma intervenção integrada;
- O conceito de Operação de Reabilitação Urbana, que correspondente à estruturação concreta de cada uma das intervenções a efectuar na respectiva ARU;
- Que uma ORU será (ou poderá ser) constituída por várias Unidades de Intervenção (como acontece no nosso caso de estudo – “A Baixa de Coimbra” - ver Capítulo 5).

Considerando também, por um lado, a realidade e natureza dos centros históricos das principais cidades portuguesas e a necessidade de limitar ao máximo os impactos sociais e ambientais decorrentes da execução no terreno das ORU, mas também, o volume de investimento que estas intervenções implicam, pareceu-nos interessante desenvolver uma metodologia, utilizando uma abordagem multiobjectivo (que se apresenta no Capítulo 4), que permita determinar a sequência de implementação das UI que melhor responde aos seguintes objectivos:

- 1) Minimizar as necessidades de financiamento das ORU;
- 2) Maximizar a adequação do realojamento às necessidades das populações residentes nas ARU; e
- 3) Maximizar o efeito (ou eficiência) do esforço de intervenção (isto é, programar a reabilitação dos edifícios dando prioridade às UI em que os edifícios apresentam um pior estado de conservação).

Como para a aplicação deste modelo multiobjectivo é necessário a avaliação do estado de conservação (EC) dos edifícios (que vai permitir determinar o nível de intervenção necessário e, em consequência o custo financeiro da intervenção) e também as necessidades de realojamento da população residente nas UI (que admitimos pode ser efectuado de diferentes modos), foram também desenvolvidos modelos de avaliação utilizando métodos multiatributo, para cada uma das situações atrás referidas.

Dada a complexidade e diversidade dos factores que influenciam este tipo de problemas, a sua natureza espacial, o volume de informação que envolvem e ainda a necessidade de utilização de abordagens científicas, revelou-se essencial o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão espacial (SADE) para o estudo deste tipo de problemas. Ao integrar a eficiência e a facilidade de utilização e proces-

samento dos dados, a intuitiva representação geográfica dos dados (maioritariamente geoespaciais), com modelos formais de apoio à decisão, um SADE, pode de facto ajudar os vários intervenientes a tomar decisões mais consistentes e fundamentadas nos processos de desenvolvimento urbano e em particular nos que envolvem intervenções de regeneração urbana.

Assim, foi desenvolvido um Sistema de Informação e Apoio à Decisão, cujas principais características e funcionalidades, em particular, as desenvolvidas especificamente no âmbito deste trabalho de doutoramento, também serão aqui apresentadas.

02> **Proposta de uma metodologia para apoio à decisão em intervenções de RU**

Como vimos, o desenvolvimento urbano sustentável, e em particular as intervenções de regeneração urbana - pela forma e importância com que contribuem para aquele -, são processos extremamente demorados e complexos. De facto, implicam a renovação/reabilitação de um grande número de edifícios, a reestruturação das infraestruturas urbanas (por exemplo, ruas, redes de água, equipamentos públicos, etc.) e de serviços (por exemplo, recolha de resíduos, transportes colectivos, etc.), e envolvem a participação activa de um número considerável de intervenientes, com níveis de conhecimento, perspectivas e interesses naturalmente diferentes e muitas vezes conflituosos.

São também, como atrás descrevemos, processos que se por um lado devem ser estudados, desenvolvidos e orientados para a resolução de problemas concretos e específicos de uma determinada área (cidade, bairro, rua, etc.). Dado o seu carácter necessariamente multidimensional (Figura 03.02) e natureza espacial (cujos impactos extravasam os limites da zona de intervenção) necessitam também de ser coordenados com os agentes que actuam a outras escalas e devidamente integrados nas políticas de desenvolvimento globais.

Assim, pareceu-nos importante desenvolver uma metodologia (ou se quisermos, um guião) que ajudasse a pensar e a sistematizar as acções a executar no estudo, planeamento e desenvolvimento de intervenções de regeneração urbana. Nesse desenvolvimento teve-se em especial consideração a flexibilidade, de modo a facilitar a adaptabilidade a cada realidade em particular.

Identificou-se, assim, um conjunto mínimo etapas e tarefas a desenvolver no âmbito de um processo de regeneração urbana.

Sempre que se considerou importante (e possível), procurou enquadrar-se a metodologia aqui proposta com a realidade portuguesa (nomeadamente, com o estabelecido no regime jurídico da reabilitação urbana - RJRU¹ [9]). No entanto, evitou-se que a metodologia proposta ficasse limitada pela "colagem" a uma realidade e a um enquadramento jurídico específico (neste caso, o português), que pela sua própria natureza tem um carácter temporário e/ou evolutivo.

Figura 03.02.

Dimensões conceptuais do desenvolvimento sustentável



A metodologia proposta é composta, conforme se representa de forma esquemática na Figura 03.03, por 15 fases, agrupadas em 5 etapas. Procurou-se dentro do possível "seguir" as "usuais" fases de desenvolvimento de um projecto/empreendimento de construção (conforme o definido por exemplo em Coutinho-Rodrigues [141], ou no *Process Protocol* [155])

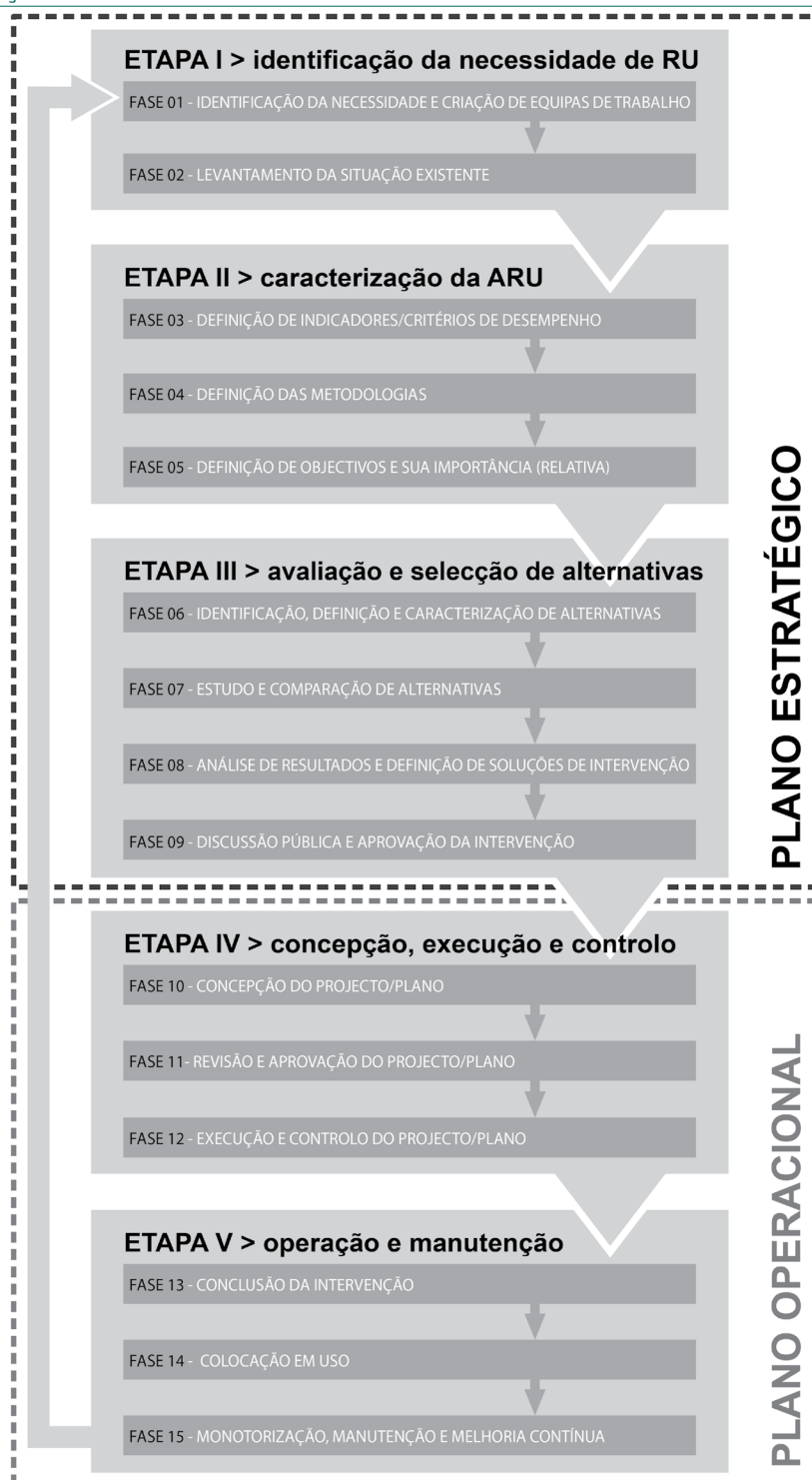
Destas 5 etapas, as 3 primeiras (9 fases) encontram-se ao nível do que podemos designar por "Plano Estratégico", uma vez que, como se descreverá, é durante estas etapas que a estratégia de intervenção é pensada, estudada e elaborada.

¹ "Operação de reabilitação urbana" o conjunto articulado de intervenções visando, de forma integrada, a reabilitação urbana de uma determinada área (alínea h, do artigo 2.º do RJRU [136]). O RJRU, prevê dois tipos de ORU: Simples, se dirige "[...] primacialmente à reabilitação do edificado [...]"; ou , Sistemática, quando é "[...] dirigida à reabilitação do edificado e à qualificação das infraestruturas, dos equipamentos e dos espaços verdes e urbanos de utilização colectiva, visando a requalificação e revitalização do tecido urbano, associada a um programa de investimento público [...]". No entanto, sempre que aqui nos referimos ao RJRU, estamos essencialmente a falar de ORU Sistemática, uma vez que são estas, as intervenções de âmbito mais alargado (também mais complexo) e, por isso, aquelas que verdadeiramente podem ser consideradas intervenções de regeneração urbana.

Já as 2 últimas etapas (6 fases), enquadram-se no que aqui designamos por "Plano Operacional". De facto, estas etapas correspondem ao período em que se concretizam as opções estratégicas - desenvolvendo os projectos técnicos, executando (no terreno) as intervenções, etc.

Figura 03.03.

Metodologia para apoio à decisão em intervenções de regeneração urbana



02.01 > Etapa I - identificação da necessidade de RU

Esta etapa foi subdividida em 2 fases:

- Fase 01 - Identificação da necessidade e criação de equipas de trabalho;
- Fase 02 - Levantamento da situação existente.

Na primeira fase, as entidades competentes deverão começar por identificar os espaços urbanos que sob a sua gestão se encontrem degradados (em todas ou algumas das dimensões da RU - Figura 03.01) e que, por isso, justifiquem o desenvolvimento de uma operação de regeneração urbana (ORU).

De acordo com o quadro legal português (RJRU [136]), esta tarefa cabe ao Estado, às Regiões Autónomas e, em particular aos municípios no seu papel de dinamizadores e promotores da RU, e deve ter em conta um conjunto de princípios gerais, dos quais gostaríamos de referir [136]:

- O **princípio da coordenação**, promovendo a convergência, a articulação, a compatibilização e a complementaridade entre as várias acções de iniciativa pública, entre si, e entre estas e as acções de iniciativa privada;
- O **princípio da justa ponderação**, promovendo uma adequada ponderação de todos os interesses relevantes em face das operações de reabilitação urbana, designadamente os interesses dos proprietários ou de outros titulares de direitos sobre edifícios objecto de operações de reabilitação;
- O **princípio da equidade**, assegurando a justa repartição dos encargos e benefícios decorrentes da execução das operações de reabilitação urbana;
- O **princípio da sustentabilidade**, garantindo que a intervenção assente num modelo financeiramente sustentado e equilibrado, contribuindo para valorizar as áreas urbanas e os edifícios intervencionados através de soluções inovadoras e sustentáveis do ponto de vista sociocultural e ambiental;
- O **princípio da integração**, preferindo a intervenção em áreas cuja delimitação permita uma resposta adequada e articulada às componentes morfológica, económica, social, cultural e ambiental do desenvolvimento urbano;

Assim, a entidade promotora identificando a necessidade de desenvolvimento de uma operação de regeneração urbana, dentro destes princípios, deverá começar por "delimitar", embora sem carácter de-

finitivo, a área de intervenção (Áreas de Reabilitação Urbana - ARU¹) e identificar potenciais interessados, parceiros e intervenientes no desenvolvimento da intervenção (p. ex. cidadãos em geral; moradores da ARU; proprietários de imóveis; associações e ONG representantes de interesses que devam ser considerados; serviços e organismos da administração pública - local, regional e nacional; investidores e financiadores; técnicos e especialistas; instituições de I&D; etc.).

Particular atenção deve ser dada a este último aspecto, uma vez que o envolvimento desde as fases iniciais de desenvolvimento da intervenção de RU de todos os potenciais intervenientes é essencial para percepção e congregação de todos os interesses, pontos de vista e objectivos envolvidos [145], [156]. Este aspecto, é tão ou mais importante, quando é sabido e está demonstrado [157], que a capacidade de influenciar as opções e características finais do projecto, sem afectar significativamente o custo é bastante mais elevada na fase inicial de desenvolvimento e vai diminuindo (consideravelmente) à medida que este evolui (Figura 03.04).

Assim, nesta fase, deve ser promovida e fortemente incentivada a troca e divulgação de informação (p.ex. realização de conferências, seminários, etc.), a partilha de conhecimentos e pontos de vista (p.ex. mesas redondas, *think-tanks*, etc.) e a participação activa de todos os intervenientes (criação de grupos e equipas de trabalho, etc.).

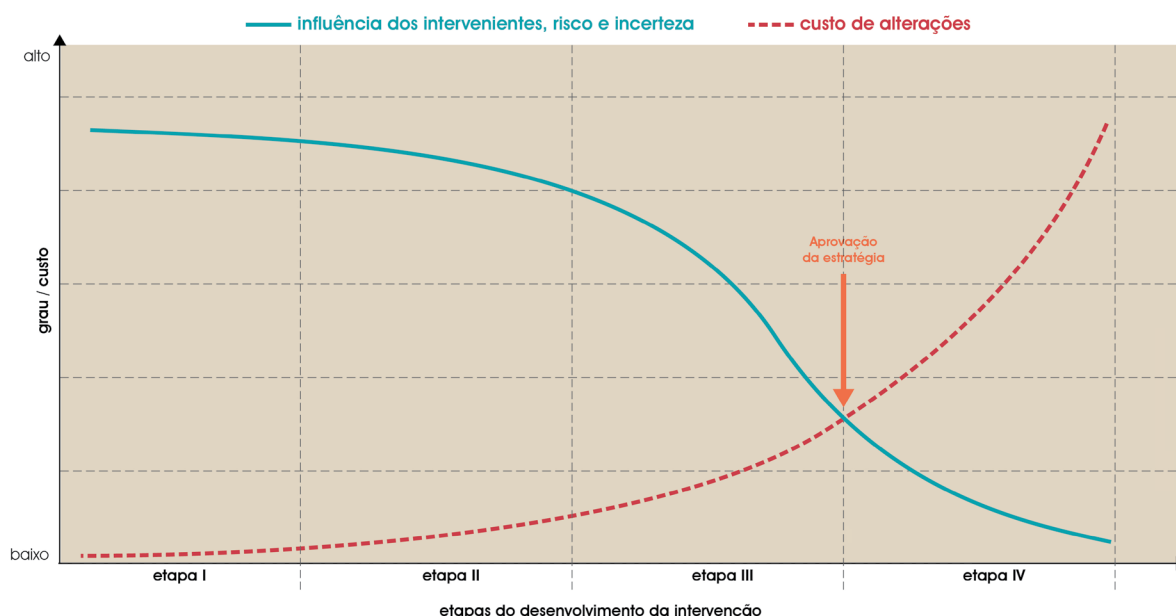
Esta primeira fase, tenderá a terminar com a definição de linhas orientadoras e objectivos gerais para o desenvolvimento da intervenção de RU, com a identificação clara dos interessados/intervenientes, a formalização de grupos e equipas de trabalho, a definição das suas competências e tarefas, sem esquecer os meios e formas de partilha, acompanhamento e divulgação dos trabalhos desenvolvidos e resultados obtidos.

No caso específico do RJRU [136], poderá ser nesta fase que se efectua a preparação do projecto de delimitação das ARU.

Numa segunda fase deverá efectuar-se o levantamento, estudo e análise da situação actual da ARU, incluindo a identificação dos seus principais problemas, necessidades e oportunidades e a caracterização do património edificado e do ambiente socioeconómico da ARU.

¹ "Área de reabilitação urbana" a área territorialmente delimitada que, em virtude da insuficiência, degradação ou obsolescência dos edifícios, das infraestruturas, dos equipamentos de utilização colectiva e dos espaços urbanos e verdes de utilização colectiva, designadamente no que se refere às suas condições de uso, solidez, segurança, estética ou salubridade, justifique uma intervenção integrada, através de uma operação de reabilitação urbana aprovada em instrumento próprio ou em plano de pormenor de reabilitação urbana (alínea b, do artigo 2.º do RJRU [136])

Figura 03.04. Influência, risco, incerteza e custos de alterações ao longo das etapas de uma intervenção de RU [adaptado de [141] e [157]]



Este levantamento, para o qual se deverá fazer uso dos melhores meios e técnicas disponíveis (p.ex. recolha de Informação respeitante a planos, programas, projectos já existentes ou em preparação, inquéritos, entrevistas, inspecção física aos edifícios, equipamentos e infraestruturas urbanas, realização de ensaios, etc.) e tem como principal objectivo a recolha do maior número de dados possível sobre a realidade física, económica, social e ambiental da ARU, necessários para o desenvolvimento dos trabalhos e tarefas seguintes.

Este levantamento deverá permitir efectuar uma primeira estimativa dos custos, opções, riscos e benefícios do desenvolvimento da intervenção de RU. Poderão, ainda, ser identificadas algumas soluções de (muito) curto prazo, nomeadamente para as situações de elevado risco e/ou emergência (p.ex. inexistência de condições mínimas de segurança; situações graves de carência social; criminalidade, etc.).

02.02> Etapa II - caracterização da área de intervenção

Passamos agora à etapa onde, com base nos dados do levantamento efectuado na etapa anterior se irá proceder à caracterização da área de intervenção.

Esta etapa poderá ser dividida nas seguintes 3 fases:

- Fase 03 - definição de indicadores/atributos de desempenho;
- Fase 04 - definição das metodologias;

- Fase 05 - definição de objectivos e sua importância (relativa).

Na primeira fase (Fase 03), os diferentes grupos e equipas de trabalho conhecedores das linhas orientadoras e objectivos gerais já identificados para o desenvolvimento do processo de RU, tendo por base as competências e tarefas que lhes foram atribuídas e partindo dos dados do levantamento efectuado na fase anterior, desenvolverão os trabalhos e estudos necessários com vista à identificação e selecção de indicadores/atributos de desempenho a utilizar na caracterização multidimensional (física, económica, social, cultural, ambiental, etc.) da área de intervenção.

Procurar-se-á, deste modo, estruturar, filtrar e analisar os dados do levantamento e transformá-los em informação (por definição, relevante).

Para tal, depois de identificados os indicadores/atributos, deverão ser estudadas, identificadas e/ou desenvolvidas as metodologias e modelos a utilizar na definição, quantificação e avaliação dos indicadores de desempenho do projecto (análise financeira; análise multiatributo; etc.) - Fase 04.

Na fase seguinte (Fase 05), identificados quer os indicadores de desempenho, quer as metodologias e modelos para os obter, proceder-se-á à discussão e definição dos objectivos específicos do processo de RU. A definição destes objectivos permitirá o desenvolvimento do modelo de tomada de decisão, a realização de testes e simulações preliminares e a sua conveniente aferição.

Nesta fase, deverão desenvolver-se também as tarefas necessárias à definição (que poderá não ser definitiva) da importância relativa dos diferentes objectivos. Esta definição, poderá ser efectuada através da realização de discussões (mais ou menos alargadas) de e/ou entre os grupos e equipas de trabalho, realização de entrevistas a especialistas, ou mesmo através da realização de consulta pública (de âmbito muito mais alargado) ou inquéritos às populações.

Como já referimos, o desenvolvimento de uma intervenção de RU, pela sua natureza é um processo complexo, demorado e evolutivo e as etapas a desenvolver podem obviamente ser feitas de avanços, mas também de recuos.

Assim, os desenvolvimentos e resultados de cada fase e etapa, poderão apontar e implicar o reajuste ou redefinição de linhas orientadoras, objectivos ou até mesmo de grupos e equipas de trabalhos. Por exemplo, o levantamento e caracterização da zona de intervenção pode facilmente permitir identificar novos intervenientes (que neces-

sariamente devem ser incentivados a participar no desenvolvimento dos trabalhos), ou fazer perceber a necessidade de efectuar ajustes aos limites da área de intervenção.

Assim, e no âmbito do RJRU [136], nesta fase a delimitação da ARU deverá estar em condições de ser objecto de aprovação formal.

02.03> ETAPA III - avaliação e selecção de alternativas

Esta etapa, que constitui a última que se desenvolve ao nível do Plano Estratégico, será composta pelas seguintes 4 fases:

- Fase 06 - identificação, definição e caracterização de alternativas;
- Fase 07 - estudo e comparação de alternativas;
- Fase 08 - análise de resultados e definição de soluções de intervenção;
- Fase 09 - discussão pública e aprovação da intervenção.

A primeira fase desta etapa (Fase 06), diz respeito ao desenvolvimento dos trabalhos e estudos necessários à identificação e caracterização de opções de projecto e alternativas de intervenção que respondam às necessidades e objectivos definidos para a intervenção de RU.

Na caracterização de cada alternativa deve ter-se presente a necessidade de avaliar e comparar cada uma delas com base nas metodologias e modelos previamente definidos e segundo os indicadores/atributos seleccionados (Fase 03 e 04 - Etapa II).

Deste modo, na Fase 07, será efectuado o estudo e comparação das referidas alternativas, através da realização de estudos de viabilidade, de análises custo/benefício, da avaliação multicritério, da simulação de cenários, etc. A interpretação e análise dos resultados destes estudos e a sua confrontação com os objectivos inicialmente definidos, deverá permitir na fase seguinte (Fase 08) a identificação, selecção e caracterização das opções de intervenção que melhor respondem às necessidades e objectivos do projecto.

Estes resultados deverão ser apresentados a todos os intervenientes e interessados, entre os quais deverá ser promovida uma discussão alargada onde as diferentes posições devem ser devidamente fundamentadas, ponderadas e concertadas, e da qual deverá depois resultar uma proposta de tomada de decisão - definição do plano estratégico de RU.

A última fase desta etapa corresponde à discussão/consulta pública e consequente aprovação final do plano estratégico (Fase 09). Será importante salientar que a referida discussão jamais poderá ser entendida como um mero acto formal (muitas das vezes imposto por disposições legais - como acontece no RJRU), mas antes como uma ferramenta fundamental de aferição e validação das soluções encontradas. Assim, deverão ser garantidos todos os recursos necessários à promoção de uma maior, mais efectiva e mais esclarecida participação pública, essencial para assegurar o estabelecimento de sólidos compromissos e partilha de responsabilidades na implementação do plano da intervenção.

No regime jurídico português (RJRU, [136]), esta etapa culminará com a aprovação das denominadas Operações de Reabilitação Urbana (ORU), que deverão ser formalizadas através de um instrumento próprio onde se encontrará definido o tipo de ORU e o programa estratégico de reabilitação urbana.

O RJRU apresenta um conjunto mínimo de requisitos para o conteúdo do referido programa estratégico de reabilitação urbana. De entre estes requisitos, parece-nos importante identificar aqui aqueles que de algum modo influenciaram ou estão de alguma forma relacionados com a investigação desenvolvida no âmbito deste trabalho. Assim (RJRU, Artigo 33.º, págs. 4469-4469 [136]), o programa estratégico deve:

- Estabelecer o prazo de execução da operação de reabilitação urbana;
- Definir as prioridades e especificar os objectivos a prosseguir na execução da operação de reabilitação urbana;
- Definir o programa de financiamento da operação de reabilitação urbana, o qual deve incluir uma estimativa dos custos totais da execução da operação e a identificação das fontes de financiamento;
- Apresentar um quadro de apoios e incentivos às acções de reabilitação executadas pelos proprietários e demais titulares de direitos e propor soluções de financiamento das acções de reabilitação.

Outro aspecto importante e comum a todas as fases de desenvolvimento do processo está relacionado com a necessidade de acompanhamento e coordenação permanente dos trabalhos (em todas as etapas e fases) e dos resultados das diferentes equipas de trabalho (Gestão do Projecto), que garanta a compatibilidade das propostas com os instrumentos de gestão territorial, o cumprimento das normas legais e um correcto fundamento técnico das soluções.

02.04> Etapa IV - concepção, execução e controlo

Definido e aprovado o plano estratégico da intervenção, passamos agora à sua implementação. Entramos, assim, no plano operacional, onde se desenvolverão as acções conducentes à concretização efectiva (no terreno) da intervenção de RU. Esta etapa poderá ser subdividida em 3 fases:

- Fase 10 - concepção do projecto/plano;
- Fase 11 - revisão e aprovação do projecto/plano;
- Fase 12 - execução e controlo do projecto/plano.

Assim, na primeira destas fases (Fase 10), partindo das linhas orientadoras do plano estratégico e das necessidades identificadas aquando do levantamento e posterior caracterização da zona de intervenção, as equipas técnicas de projecto (nas diversas especialidades) irão traduzir a(s) opções seleccionadas em soluções de projecto. Deverão ser identificadas e estudadas várias soluções (arquitectónicas, processos e opções construtivas, infraestruturas e instalações técnicas, etc.) que posteriormente serão apresentadas, discutidas e compatibilizadas até se chegar à solução final.

O desenvolvimento dos projectos técnicos deverá permitir elaborar o planeamento temporal e financeiro da operação de RU, os planos de qualidade e segurança, mas também, o desenvolvimento de um detalhado plano de manutenção e conservação. Todos estes elementos do projecto (de execução), devem ser sujeitos a uma revisão final (revisão de projecto), onde é verificada (e sempre que necessário corrigida) a existência de eventuais erros e situações de incompatibilidade, bem assim como o seu correcto enquadramento com os objectivos definidos.

Seguir-se-á a discussão final e aprovação do projecto de intervenção (Fase 11), que precede a última fase desta etapa (Fase 12) - a execução física da intervenção de regeneração (fase de obra) em todas as suas vertentes: edifícios, redes e infraestruturas urbanas, espaços públicos, etc.

O trabalho desenvolvido nas fases anteriores deverá permitir o desenvolvimento de todos os trabalhos de construção (quase) isentos de contratempos. No entanto, sempre que estes aconteçam, devem ser resolvidos seguindo os procedimentos anteriores (discussão, análise e selecção de soluções alternativas, desenvolvimento do(s) projecto(s) da solução, etc.) e devidamente documentados para serem evitados em projectos futuros.

Nesta fase de construção deverão ser rigorosamente desenvolvidas as (usuais e necessárias) tarefas de gestão, controlo e fiscalização de custo e qualidade dos trabalhos.

Parece-nos importante voltar a referir que o RJRU [136] prevê a possibilidade dos trabalhos de construção, no âmbito de uma ORU Sistemática, serem executados "faseadamente", através da delimitação de Unidades de Intervenção (UI)¹.

02.05> Etapa V - operação (colocação em uso) e manutenção

Concluída a fase de construção, deverá ser efectuada uma análise e reflexão sobre o desenvolvimento de toda a intervenção de RU. Devem, nomeadamente: ser verificados os níveis de satisfação de todos os intervenientes e interessados; ser efectuada uma análise ao cumprimento dos atributos e objectivos definidos para a intervenção; e ainda, serem implementados os sistemas de conservação, manutenção e monitorização a funcionar durante a vida útil do projecto (Fase 13 - conclusão da intervenção).

A fase seguinte (Fase 14), corresponde à denominada "colocação em uso", onde é garantida a entrada em funcionamento de todos os sistemas, infraestruturas e espaços públicos, e os edifícios começam a ser utilizados.

De salientar que o RJRU [136] prevê mecanismos simplificados para a obtenção das autorizações de utilização dos edifícios e também que quando a intervenção nos edifícios for precedida de expropriação, os expropriados têm direito de preferência sobre a alienação dos mesmos, mesmo que não haja perfeita identidade entre o imóvel expropriado e o imóvel colocado no mercado.

Deve ser igualmente garantido o estabelecimento de uma comunicação permanente com os utilizadores dos espaços e edifícios, a execução e controlo dos planos de manutenção e conservação e ainda a avaliação contínua de eventuais necessidades de intervenção (Fase 15 - monitorização, manutenção e melhoria contínua).

Conforme já referido, ao longo de todo o período de vida útil do projecto (que inclui necessariamente a fase de utilização), toda a informação sobre o seu desenvolvimento deve ser mantida e organizada. As dificuldades sentidas, os problemas e falhas detectadas, bem assim como as soluções encontradas devem ser reportadas e

¹ Unidade de intervenção, corresponde "[...] à área geograficamente delimitada a sujeitar a uma intervenção específica de reabilitação urbana, aprovada através de instrumento próprio, com identificação de todos os prédios abrangidos, podendo corresponder à totalidade ou a parte da área abrangida por aquela operação [...]" (alínea k, do artigo 2.º do RJRU [136]).

devidamente documentadas de modo a que toda a experiência acumulada possa (e deva) ser utilizada nos projectos a desenvolver no futuro.

03> Apoio à decisão em planeamento urbano

Com já referimos, nos últimos anos tem-se assistido a uma mudança substancial na natureza, nas políticas e nas metodologias de planeamento e desenvolvimento urbano. Essa mudança está associada ao aumento do número de intervenientes (alguns, não especialistas) que participam activamente quer na fase de estudo e planeamento, quer na fase de tomada de decisão. Esta evolução das políticas e metodologias de planeamento urbano foi acompanhada pelo aumento da acessibilidade e amigabilidade das tecnologias de informação, de que são um bom exemplo os sistemas de informação geográfica (SIG) que foram evoluindo de sistemas fechados e orientados para a utilização por especialistas, para sistemas muito mais abertos e acessíveis a não especialistas (utilizadores comuns) [158].

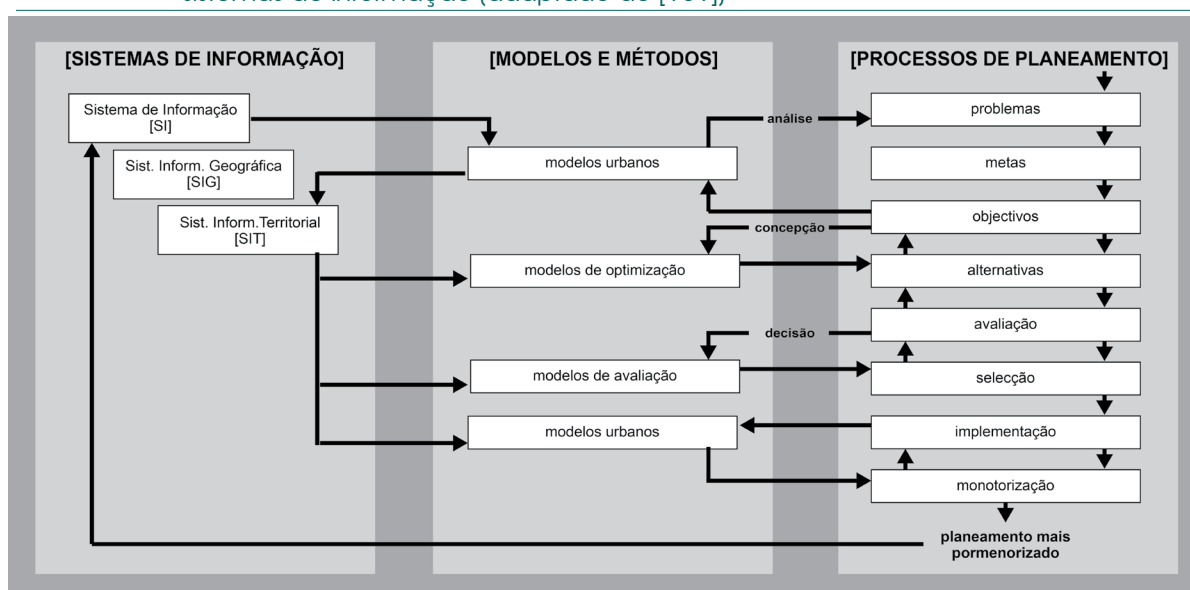
Simultaneamente, os contínuos avanços das tecnologias de informação, em especial da *internet*, permitiram e contribuíram para o desenvolvimento de novas abordagens no estudo e análise do planeamento do território com base em tecnologia SIG (Peng & Tsou [159], citados por Malczewski [158]) e fizeram emergir uma nova disciplina científica - a Ciência da Informação Geográfica (GISci). Em sintonia com este novo ramo científico está o conceito de "raciocínio espacial", definido por Berry [160] como a situação em que o processo e os procedimentos de manipulação de mapas transcendem os mecanismos básicos de interacção disponibilizados pelos SIG (entrada, visualização e gestão) e conduzem os utilizadores a pensar espacialmente usando a "linguagem" e potencialidades da denominada análise espacial. Isto é, uma mudança da simples representação e visualização de dados geográficos, para uma melhor utilização de todas as capacidades dos SIG "como ferramenta de planeamento com o público, em contraponto com o (anterior) planeamento para o público" [158].

Por outro lado, e como já referimos, os processos de planeamento - nos quais se incluem as intervenções de regeneração urbana - contemplam uma diversidade e complexidade de dimensões, interesses e perspectivas de análise.

Aquela característica adicionada à natureza predominantemente espacial da informação, ao volume de dados normalmente envolvido e à necessidade de incorporação de modelos científicos (que possibilitem e facilitem a estruturação dos problemas, a simulação de

cenários e a procura de soluções), permite concluir que a integração da referida tecnologia SIG com um sistema de gestão de base de dados (SGBD) e uma base de métodos científicos de apoio à decisão, num interface de alto nível que permita a construção de modelos formais numa inovadora perspectiva multidimensional, é um caminho promissor no apoio e acompanhamento do desenvolvimento de estudos de planeamento urbano (em várias das suas fases).

Figura 03.05. Sistemas de apoio ao planeamento urbano incorporando métodos científicos e sistemas de informação (adaptado de [161])



Prova disso são os SADE que tem vindo a ser desenvolvidos nas mais variadas vertentes do planeamento urbano. Veja-se a título de exemplo: o desenvolvido por Wang et al. [162] para apoio ao planeamento do uso do solo e desenvolvimento florestal; o desenvolvido por Coutinho-Rodrigues et al. [163] para apoio à decisão na selecção de alternativas de expansão de um sistema urbano de distribuição de água; o desenvolvido por Ruiz et al. [164] para o apoio à localização sustentável de áreas industriais; o sistema desenvolvido na Bélgica, para apoio à decisão na localização de instalações de bombeiros [165]; ou ainda, o desenvolvido por Demesouka et al. [166] para classificação de localizações candidatas à implementação de sistemas naturais de tratamento de águas residuais no município de Evros-Rodopi no nordeste da Grécia.

03.01 > **Desenvolvimento de um Web-SADE para intervenções de regeneração urbana**

A metodologia para apoio a intervenções de regeneração urbana proposta e apresentada na secção 02>, juntamente com a necessidade de desenvolver alguns modelos multicritério para apoio à decisão em algumas das suas etapas, e ainda a constatação das potencialidades da utilização de um SADE em planeamento urbano, levou à integração de conceitos pertinentes atrás abordados na implementação de um sistema espacial de apoio à decisão em intervenções de regeneração urbana, cujas principais componentes e características vamos agora descrever.

Segundo Densham [167], citado por Aveni [152], um SADE para ser eficaz, deverá:

- 1) Suportar a utilização de vários tipos de dados (p.ex. alfanuméricos, gráficos, etc.) e com várias naturezas (p.ex. espacial e não-espacial);
- 2) Ter capacidade de representar relações espaciais complexas entre os dados, necessária quer na pesquisa de dados, quer na sua modelação, quer ainda, na sua representação cartográfica;
- 3) Ter uma estrutura flexível, que permita aos utilizadores combinar modelos e dados de formas muito diversas;
- 4) Disponibilizar métodos específicos para análise espacial;
- 5) ser capaz de gerar uma variedade de "outputs", incluindo mapas ou outras formas mais específicas;
- 6) Possuir um interface único e integrado que suporte diferentes formas e modelos de apoio à decisão;
- 7) Contemplar uma arquitectura suficientemente flexível que suporte a incorporação de novas funcionalidades de acordo com a evolução das necessidades dos utilizadores.

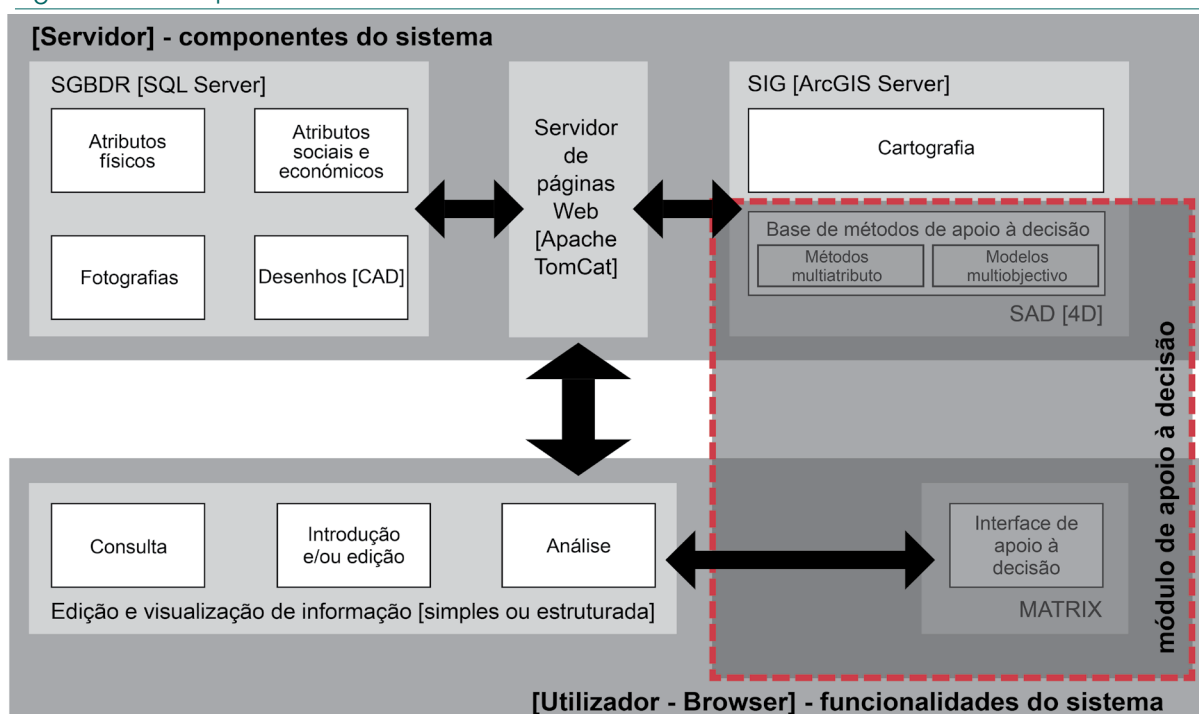
A definição e prossecução destes objectivos estiveram na base do desenvolvimento do SADE cujas principais componentes são apresentadas na Figura 03.06.

Tendo em conta a heterogeneidade do conjunto de potenciais utilizadores e mesmo a sua eventual distribuição geográfica pareceu-nos ser mais interessante e conveniente a opção por um SADE capaz de funcionar de forma aberta e distribuído no espaço. Como tal, optou-se por desenvolver um sistema que funciona em ambiente Web - temos assim um Web-SADE.

Outras duas (enormes) vantagens desta opção (ambiente Web) podem e devem ser destacadas:

- O facto de qualquer potencial utilizador do sistema necessitar apenas de um computador com ligação à *Internet*, munido de um *browser* (*Internet Chrome™*, *Safari™*, *Explorer™*, *Firefox™*, etc.);
- O facto de permitir uma redução futura dos custos de aquisição e actualização de *hardware* e *software*, uma vez que, ao concentrar as necessidades de processamento do lado do servidor não obrigar à aquisição (para cada um dos postos de utilização) de computadores com requisitos elevados (processador, memórias, placas gráficas, etc.), e por isso, relativamente dispendiosos.

Figura 03.06. Arquitectura do Web-SADE



03.01.01 > O sistema de gestão de bases de dados

Os sistemas de gestão de bases de dados (SGBD), são como o nome indica, sistemas de desenvolvimento e gestão de bases de dados (BD)¹ optimizados para armazenar, manipular e extrair informação. Estes sistemas possuem associados ao suporte físico e lógico dos dados, linguagens de programação e mecanismos mais ou menos complexos de detecção de erros (característicos dos sistemas de desenvolvimento de aplicações). Os sistemas assim obtidos são constituídos por estruturas de dados mais ou menos complexas e por programas

1

Base de dados - conjunto organizado e estruturado de dados residentes em um ou mais ficheiros

mais ou menos poderosos de manipulação de dados, sendo com base nestes que nos dias de hoje são desenvolvidos a grande maioria dos sistemas de informação SI existentes [168].

Para que um sistema possa ser denominado de SGBD é necessário que ele possua um conjunto mínimo de características funcionais e lógicas [169]. A saber:

- 1) Os dados sejam representados de uma forma estruturada e compacta;
- 2) Os dados possam ser acedidos e actualizados de uma forma eficaz;
- 3) Seja minimizada a inconsistência e redundância da informação contida nos dados;
- 4) Sejam minimizados os riscos de perda ou alteração inconveniente de informação.

Para o desenvolvimento de um SGBD eficaz e eficiente é essencial a opção por um modelo de representação de dados adequado ao tipo de dados que se pretende utilizar. Estes podem ser classificados em função da forma como a informação é estruturada e armazenada (p.ex. ficheiro de dados; modelo hierárquico; modelo distribuído; modelo relacional) [169].

No Web-SADE que aqui se apresenta a opção recaiu sobre um sistema de gestão de base de dados relacional (SGBDR). A opção pelo modelo relacional é justificada pelos requisitos funcionais pretendidos para o sistema. De facto, os SGBDR são dos sistemas de gestão de dados mais eficazes, quer no que respeita ao armazenamento compacto de enormes volumes de informação, quer no aspecto da segurança, manipulação e pesquisa de dados, sendo por isso também aqueles de aplicação mais generalizada.

As principais vantagens deste tipo de sistemas consistem em [170], [171], [172]:

- 1) A estrutura de dados não restringir os procedimentos que podem ser efectuados;
- 2) O sistema poder ser acedido por utilizadores sem formação especializada, já que a organização dos dados é de fácil compreensão;
- 3) Permitem menor redundância de informação em comparação com as restantes estruturas;
- 4) Consistir na forma mais geral de representação de dados - todas as outras estruturas podem ser representadas por um conjunto de tabelas relacionais;
- 5) A estrutura (esquema) da base de dados poder ser facilmente

modificada (ex. adição de novas tabelas para albergar eventuais futuras extensões do sistema);

- 6) Tanto o mecanismo de ligação relacional entre as tabelas, como as potencialidades da linguagem de inquérito associada, possibilitarem flexibilidade nas operações de pesquisa de dados.

Como se pode observar na Figura 03.06 o SGBDR implementado no Web-SADE é constituído por um conjunto de quatro componentes (ou BD) distintas, em função do tipo e características dos dados que armazenam. Assim temos:

- 1) A base de dados de atributos que caracterizam os edifícios, incluindo os atributos físicos/construtivos e os de carácter socioeconómico;
- 2) A base de dados de imagens de cada edifício, organizadas em oito classes: coberturas; envoltentes; escadas; fachadas; pisos/fracções; redes e equipamentos; instalações sanitárias e cozinhas; espaço envolvente e outros;
- 3) A base de dados de projectos técnicos (p.ex. plantas, alçados e cortes) de cada edifício, que podem ser visualizados e impressos através da interface Web ou descarregados (*download*) para análise mais detalhada;
- 4) A base de dados de problemas já criados no módulo de apoio à decisão, que contém uma descrição das avaliações já realizadas pelos utilizadores e que podem ser editadas e/ou fornecer parâmetros para novas avaliações.

03.01.02> Sistema de Informação Geográfica

Os sistemas de informação geográfica (SIG) que já aqui referimos, podem ser definidos como um poderoso conjunto de ferramentas para a recolha, armazenamento, recuperação selectiva, transformação e visualização de dados de natureza espacial sobre uma dada realidade [173]. Poderíamos aqui referir outras definições, mas a grande maioria delas apresentaria dois aspectos (essenciais) em comum:

- O carácter espacial da informação;
- A consideração de um conjunto de componentes funcionais que possibilitam a alimentação, recuperação, manipulação, análise e representação dos dados.

Do ponto de vista funcional, os SIG são constituídos por um conjunto de funcionalidades que poderemos agrupar em quatro subsistemas [170], [174]:

- Entrada de dados - que agrupa as funções de aquisição, transferência, validação e edição de dados;

- Armazenamento de dados - que comporta as funções de armazenamento, estruturação, reestruturação, generalização e transformação;
- Manipulação e análise de dados - que engloba as funções de inquérito e análise sobre a BD criada;
- Apresentação da informação - que compreende a função de representação da informação (sob a forma de gráficos, tabelas, relatórios, mapas, etc.).

Os SIG tiveram a sua origem no início da década de 60 do século XX e desde aí observou-se o seu rápido desenvolvimento tanto a nível teórico como tecnológico. No entanto, a grande maioria dos SIG actuais e das aplicações sobre eles desenvolvidas constituem frequentemente um ambiente altamente especializado de visualização e edição de informação espacial, porém com capacidades por vezes limitadas de modelação e análise de problemas.

Neste Web-SADE e de modo a maximizar as potencialidades de visualização dos SIG, suprir algumas das suas (usuais) limitações analíticas e facilitar a utilização por não especialistas, procurou-se torná-lo em muito mais do que uma simples ferramenta de visualização de informação de carácter espacial. Assim, o Web-SADE para além das ferramentas disponibilizadas de base pelos SIG, foi dotado de modelos e funções analíticas que permitem melhorar a forma como os utilizadores podem interagir com dados, quer ao nível da introdução e edição de dados, quer ao nível da pesquisa e análise da informação, quer ainda, na forma de a representar.

Todas estas funcionalidades são disponibilizadas aos utilizadores através de uma solução inovadora de SIG em ambiente Web. Saliente-se que a grande maioria das utilizações de SIG em ambiente Web que ainda hoje se conhecem, são mais limitadas, disponibilizando aos utilizadores apenas ferramentas básicas de consulta e visualização de dados.

03.01.03> Servidor Web e interface com o utilizador

Como já se referiu as características das intervenções de RU, os seus múltiplos intervenientes e a necessidade de participação pública nas decisões, criaram um cenário ideal para o uso de tecnologias *Internet/ Web*, nomeadamente o inovador ambiente Web-SIG atrás referido.

Automatizou-se também, e sempre que possível, a introdução de dados, facilitando o preenchimento dos campos e minimizando a possibilidade de introdução de erros e redundâncias na informação.

Uma vez que para a utilização do sistema é suficiente dispor de um computador com ligação à *internet* munido de um *browser* (e aceder ao site do sistema), foi ainda desenvolvido um "módulo" de gestão de utilizadores e níveis de acesso de forma a garantir a integridade e a coerência dos dados.

O sistema permite assim o registo de utilizadores autorizados e a configuração dos respectivos níveis de acesso quer em relação às funcionalidades do sistema, quer em relação ao volume e tipo de dados (p.ex. só consulta; consulta e edição; consulta e edição limitada a um conjunto de dados pré-definidos, etc.).

03.01.04> O sistema de apoio à decisão

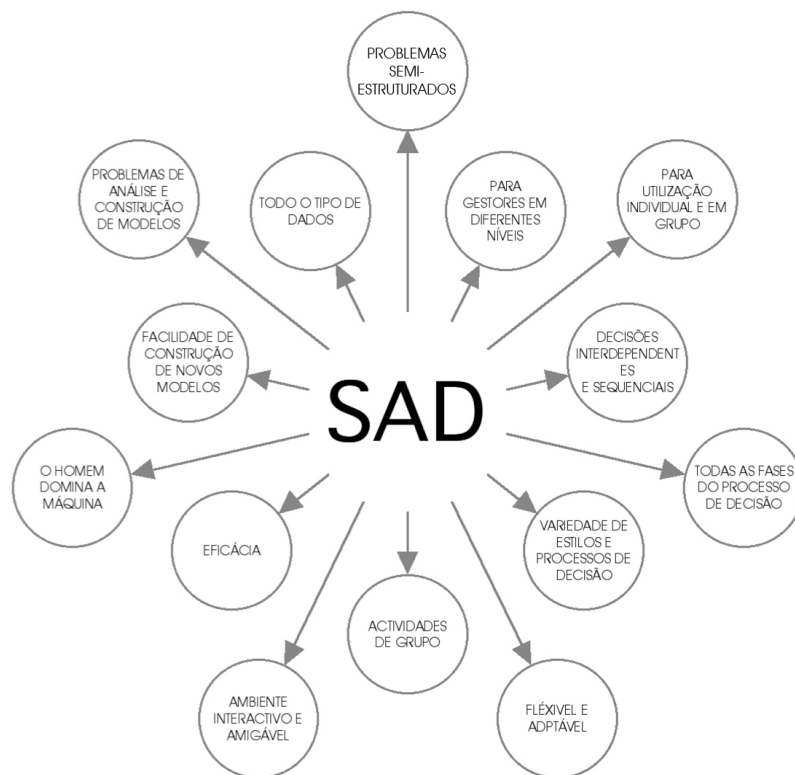
Os sistemas de apoio à decisão (SAD) podem ser definidos como plataformas de experimentação com o objectivo de resolver um problema de decisão e surgiram no final da década de 60 do século XX, para apoiar a área de negócios, dotando os SI de capacidades de incorporação de modelos e melhorando as capacidades de interacção com o agente de decisão (AD). Gerrity [175], em 1971, descreveu-os como "uma mistura de inteligência humana, tecnologia de informação e software que interage estreitamente para resolver problemas complexos".

Os desenvolvimentos que ocorreram nas últimas décadas quer ao nível das organizações, quer ao nível das tecnologias de informação, tiveram um impacto significativo na evolução que se verificou nos SAD. Estes evoluíram de uma utilização individual (apenas um AD), para a decisão em grupo, tendo mais recentemente com o advento da Web começado a surgir os SAD inter-organizacionais [167]. É também inquestionável que a utilização dos SAD se alastrou a um conjunto muito diversificado de áreas quer de investigação, quer empresariais.

Como sistemas baseados em tecnologias de informação (TI), os SAD auxiliam o julgamento dos AD não pretendendo substituí-los e melhoraram a sua eficácia mais que a sua eficiência [152]. De facto, os SAD permitem a construção de modelos abstractos do problema, possibilitando ao AD alterar de forma dinâmica parâmetros e observar as suas implicações, permitindo assim, tratar problemas mais complexos e menos estruturados que os restantes SI. Mais ainda, eles possibilitam um melhor e mais rápido estudo e comparação de alternativas e soluções, facilitando a forma como os AD analisam os problemas e potenciando a efectiva utilização dos seus conhecimentos e experiência na procura das melhores soluções.

Figura 03.07.

Características de um SAD [176]



O SAD desenvolvido, procura incorporar as características principais deste tipo de sistemas (ver Figura 03.07) e contempla aquilo que normalmente são entendidas como as três componentes básicas de um SAD:

- 1) Um módulo de armazenamento de dados, neste caso utilizando um SGBDR (já descrito em 03.01.01 >, pág. 90);
- 2) Uma interface de comunicação com o AD, que deve ser simples e intuitiva, permitindo uma intervenção e interacção fácil e directa do AD com o sistema, em ambiente Web (ver 03.01.03 >, pág. 93) e um servidor de SIG, uma vez que uma grande maioria dos dados é de natureza espacial (ver 03.01.02 >, pág. 92);
- 3) Uma base de modelos/métodos de apoio à decisão (metodologias multicritério, neste caso).

03.01.04.01 > Base de métodos de apoio à decisão

Podemos definir Métodos de Apoio à Decisão (MAD) como o conjunto de técnicas que permite guiar e dar coerência a um processo de decisão, nunca suprimindo a acção e livre vontade do AD [141].

OS MAD têm como objectivo identificar para um problema real representado através de um modelo¹ abstracto, uma ou várias soluções que se destacam de acordo com um subconjunto das suas características. Esta identificação tem uma componente bastante subjectiva. De facto, para a generalidade dos problemas reais (pelo menos para aqueles em que a aplicação destes sistemas tem interesse - como é o caso aqui em estudo), as alternativas, enumeradas implícita ou explicitamente, são conflituosas e não existe objectivamente uma melhor. Assim, os MAD constituem um suporte à reflexão, à negociação e à criatividade, permitindo e tolerando as ambiguidades, as hesitações e os recuos inerentes a qualquer processo de decisão.

Dentro dos MAD, os métodos multicritério de apoio à decisão (MMCAD) constituem um dos ramos mais conhecidos e desenvolvidos e com inúmeras aplicações a problemas reais de decisão, nomeadamente, a problemas de desenvolvimento e planeamento urbano. Tal dever-se-á ao facto de os MMCAD serem, como o nome indica, metodologias que lidam com problemas de decisão em que existem vários critérios que devem ser tidos em consideração no processo de decisão [177]. Na realidade, a grande maioria dos problemas de avaliação ao reflectirem a natureza multidimensional do mundo real, incorporam a necessidade de considerar aquelas múltiplas dimensões (ou critérios) no modelo de decisão. Critérios estes que, na maioria das vezes, estão em conflito e apresentam-se com unidades incomparáveis e/ou incomensuráveis [141].

Em função das características do problema estudado, podemos identificar dois tipos de MMCAD [141], [177], [178]:

- Os métodos multiobjectivo (MMOAD) ou contínuos, quando se estuda problemas de concepção, onde não se conhecem à partida as possíveis soluções/alternativas, que variam continuamente em número potencialmente infinito e em que se procura extremar um conjunto de funções matemáticas (funções objectivo) através de um conjunto de restrições específicas do problema (é o caso do modelo multiobjectivo que se desenvolveu neste trabalho e que se apresenta no capítulo 4). Com estes métodos procura-se encontrar a solução mais satisfatória ou eficiente, na qual não é possível melhorar o desempenho de nenhum dos objectivos sem piorar o desempenho de pelo menos outro;
- Os métodos multiatributo (MMAAD) ou discretos, quando se estuda problemas onde é conhecido à partida um conjunto discreto de alternativas (é o caso dos modelos desenvolvidos com base na metodologia ELECTRE TRI, que vamos utilizar para

¹ Modelo - "um esquema que, para um dado campo de questões, é tomado como representação abstracta de uma classe de fenómenos, mais ou menos habilmente separados do seu contexto por um observador para servir de suporte à investigação e/ou à comunicação.", segundo Coutinho-Rodrigues [141]

avaliar o estado de conservação dos edifícios e também, para avaliar as necessidades de realojamento dos residentes).

Estes métodos podem ainda ser classificados em função da informação que é solicitada ao AD sobre as suas preferências e do tipo de resultado que permitem obter. Assim, estes métodos podem ser de natureza *compensatória* ou *não-compensatória*.

Os métodos *compensatórios*, também denominados de *agregação completa*, pressupõem uma agregação dos desempenhos dos vários atributos de cada alternativa segundo uma *função utilidade* e, conduzem por isso, a uma ordenação completa das alternativas com base nos valores globais dessa *função utilidade*. As alternativas são assim, comparadas directamente entre si e os resultados são expressos utilizando as noções "melhor" e "pior" [177].

Neste grupo dos métodos (*compensatórios*) temos, por exemplo, o Método TOPSIS - *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*, que como o nome indica, se baseia na ideia de que a "melhor" alternativa deve ter a menor distância em relação à solução ideal (composta pelos melhores valores possíveis para os atributos) e a maior distância em relação à solução ideal-negativa (composta pelos piores valores possíveis para os atributos) ou, o Método da Soma Ponderada, que será muito provavelmente o mais conhecido devido às suas características simples e bastante intuitivas [141].

Já os métodos *não-compensatórios*, ou de *agregação parcial*, ao contrário dos anteriores, não atribuem um valor global a cada uma das alternativas, uma vez que têm em conta que os vários atributos são incomensuráveis e não podem ser reduzidos a um único valor global [179]. Neste caso, cada alternativa é considerada independentemente de todas as outras para determinar o seu valor intrínseco através de comparações com as normas ou referências. Assim, os resultados são expressos utilizando as noções: "atribuir" ou "não atribuir" a uma categoria; "semelhante" ou "não semelhante" a um perfil de referência; ou, "adequado" ou "não adequado" segundo algumas normas [177].

Como exemplo destes métodos podemos referir o conjunto de métodos da família ELECTRE – *Elimination et Choix Traduisant la Réalité*, que se baseiam em comparações entre pares de alternativas (ou entre alternativas e perfis de referência) e no estabelecimento de certos limiares, com o objectivo de obter as designadas relações de subordinação (prevalência ou preferência) entre elas.

Embora, na base de métodos do Web-SADE tenham sido programados vários deste métodos (Soma Ponderada, TOPSIS, ELECTRE I, III, etc.), que podem perfeitamente ser utilizados na análise dos diferentes aspectos do processo de desenvolvimento de uma intervenção de reabilitação urbana, neste trabalho.

03.01.04.02> O método ELECTRE TRI e o problema em estudo

As características metodológicas do ELECTRE TRI são particularmente interessantes no contexto do problema que aqui estudamos (regeneração urbana), quer no caso da atribuição dos edifícios da ARU a classes pré-definidas de estados de conservação (EC), quer no caso do agrupamento dos residentes de acordo com as suas características socioeconómicas em diferentes modos (ou classes) de realojamento.

Os métodos da família ELECTRE baseiam-se na construção e exploração de relações de subordinação (dizer que "a alternativa a subordina a alternativa b " - significa que " a é pelo menos tão boa como b "). Embora os fundamentos conceptuais sejam comuns a todos os métodos desta família, eles diferem entre si nos aspectos operacionais de acordo com o tipo de problema (problemática) a resolver. Assim, o ELECTRE I, IV e IS aplicam-se a problemas de escolha ou selecção (designados por problemática α), e os ELECTRE II, III e IV à problemática (γ) da ordenação.

Já o ELECTRE TRI (o método utilizado neste trabalho), dedica-se a resolver problemas de classificação, triagem ou afectação (problemática β) [180], [181], [182]. Significa isto, que o método consiste fundamentalmente na classificação (ou segmentação) das alternativas do problema em k conjuntos (também designados de categorias ou classes).

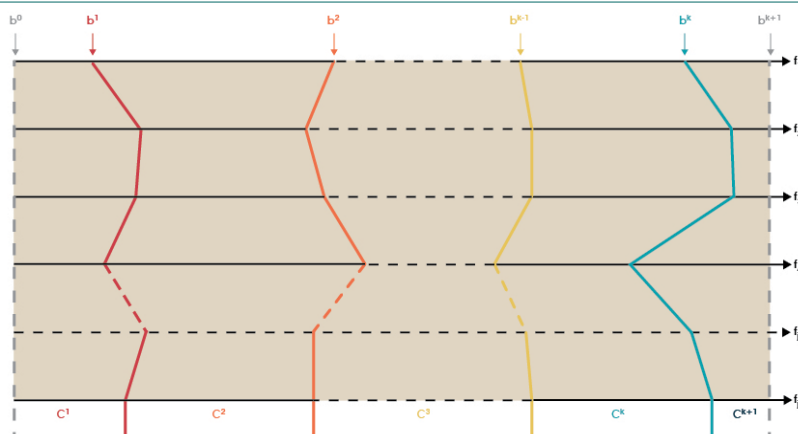
Para tal são definidos $K+1$ perfis ditos de referência¹ que respeitando um conjunto de regras (que adiante explicitamos), "balizam" as referidas classes. Assim, a classe i ($i=1, \dots, K$) será limitada pela alternativa de referência b^{i-1} e b^i .

Tratando-se de um problema de segmentação multiatributo, as alternativas de referência devem ser comparáveis entre si (i.e. cada uma domina ou é dominada pelas outras), garantindo desta forma que o conjunto das classes é completamente ordenado Figura 03.08.

¹ Por abuso de linguagem fala-se aqui também em *alternativas de referência*. Saliente-se que embora estes perfis sejam usualmente definidos por um vector de desempenhos (ou performances) avaliados segundo uma determinada família de atributos F (representando na prática, uma *alternativa virtual*). No entanto, também podemos utilizar alternativas (reais) do problema para a definição destes perfis, desde que estas obedeçam um conjunto de condições (ou propriedades) que mais adiante se explicitarão (secção 03.03.01.04.04, pág. 113).

Figura 03.08.

Os perfis de referência no método ELECTRE TRI



Será importante realçar algumas das principais características do método ELECTRE TRI que são relevantes no contexto do nosso estudo e que estiveram, por isso, na base da sua escolha para o desenvolvimento das metodologias de avaliação do estado de conservação (EC) dos edifícios e de avaliação das necessidades de realojamento dos residentes numa zona intervencionada. A saber [153]:

- 1) A sua intrínseca natureza não compensatória, isto é, na avaliação de uma dada alternativa, um desempenho muito baixo em um determinado aspecto da avaliação (atributo) não é compensada por resultados melhores em outros atributos.

Como facilmente se perceberá, esta característica é de extrema importância quando se avalia o EC de edifícios. Se em alguns aspectos da avaliação a compensação entre atributos poderá até ser aceitável, em outros esta característica já não será admissível (p.ex. se as condições de conservação (e/ou segurança) da estrutura de um edifício forem avaliadas como medíocres, a avaliação do EC (global) do edifício deverá estar obviamente condicionada por este resultado "parcelar"); o mesmo se poderá afirmar em relação à classificação dos residentes segundo as suas necessidades de realojamento.

- 2) Permitir a comparação entre alternativas mesmo que, com a informação disponível, não exista nenhuma evidência clara a favor de uma delas (o que não é o mesmo que a indiferença entre as alternativas). A validade da afirmação "a alternativa *a* subordina a alternativa *b*" é verificada usando o conceito de *concordância* (a maioria dos atributos suporta) e de *discordância* (nenhum atributo se opõe fortemente).

De facto, tanto na avaliação do EC dos edifícios, como nas necessidades de realojamento da população, são vários os atributos a levar em consideração no processo de avaliação (e também o número de "alternativas" a classificar - edifícios ou população), sendo natural que em alguns atributos umas alternativas sejam melhores, mas para outros já sejam piores que as alternativas que utilizamos como comparação (no caso do ELECTRE TRI as alternativas que definem os *perfis de referência*). Assim, a comparação

torna-se mais complexa e difícil, sendo que na maioria das vezes, se não fizéssemos uso de metodologias de apoio à decisão, seríamos levados a concluir que as alternativas eram incomparáveis.

- 3) Compreender o conceito de *pseudo-atributo*. No caso de um *verdadeiro-atributo*, as alternativas *a* e *b* são indiferentes de acordo com este atributo apenas se o seu desempenho é igual. Qualquer diferença, por mais pequena que seja, nos desempenhos de duas alternativas é condição suficiente para se concluir que uma é preferível em relação à outra (para este atributo). Já no caso de um *pseudo-atributo* a indiferença é alargada através da definição de um *limiar de indiferença* e de um *limiar de preferência*. Assim, uma alternativa só é considerada preferível em relação a outra se a diferença de desempenho for superior ao *limiar de preferência* (*preferência estrita*). Para diferenças de desempenho que se situem entre o valor do *limiar de preferência* e o do *limiar de indiferença* admite-se que se está perante uma *preferência fraca*. Já no caso de a diferença de desempenho ser inferior ao *limiar de indiferença*, considera-se que as alternativas são (de facto) indiferentes (uma em relação à outra);

Esta característica foi também decisiva para a escolha do ELECTRE TRI e em particular para a avaliação do EC dos edifícios. De facto, esta avaliação deverá ser efectuada tendo como ponto de partida a realização de uma prévia inspecção ao imóvel para a análise e levantamento de um conjunto mínimo de características previamente definidas. Ora, embora esta inspecção deva ser efectuada por técnicos especializados e devidamente treinados na avaliação do referido conjunto de características, verifica-se que na prática o julgamento e avaliação de peritos diferentes sobre situações semelhantes nem sempre é igual (veja-se o estudo e inquérito realizado por Vilhena [183]). Assim, ao acomodar de forma natural, através da utilização dos limiares de indiferença, preferência e veto, alguma imprecisão nos dados e a incerteza inerente aos processos de decisão humana, o ELECTRE TRI será particularmente adequado no estudo deste tipo de problemas.

- 4) Os pesos não dependerem da natureza das escalas dos atributos. Isto é, no ELECTRE TRI os pesos possuem o verdadeiro significado da importância relativa dada aos diferentes atributos e não a relações de compromisso (*trade-offs*) como acontece nos métodos de agregação completa (compensatórios) [184];

Esta característica ao permitir que o peso atribuído a cada atributo traduza de forma explícita a importância que lhe é dada pelo AD, é particularmente importante, nomeadamente nos casos em que os AD possam ter um domínio menos efectivo sobre as MAD (como pode acontecer, dada a natureza e diversidade de intervenientes, no caso em estudo).

- 5) O facto de o ELECTRE TRI suportar mais facilmente (sem tornar o cálculo demasiado "pesado") um número maior de alternativas

potenciais.

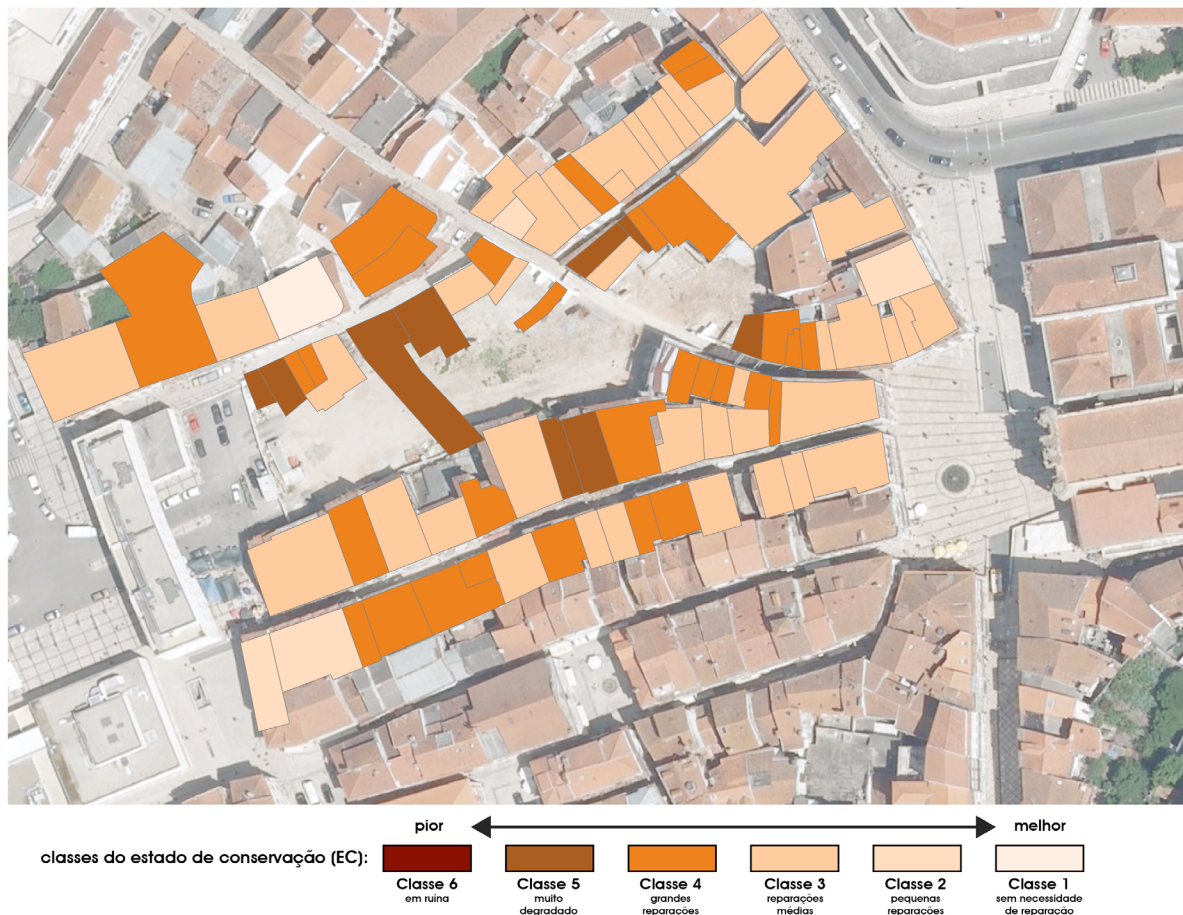
Nos processos de regeneração urbana facilmente teremos algumas centenas de edifícios para avaliar. Assim, por exemplo se estivermos a falar de 800 alternativas (N) e 5 *alternativas de referência* (M), o número de comparações será na metodologia ELECTRE TRI de 4000 (N x M), mas será de $N \times (N - 1) = 639200$ comparações (160 vezes mais) se usarmos outro tipo de metodologias, nomeadamente da família ELECTRE.

Também interessante é o facto de o ELECTRE TRI permitir uma comparação das alternativas, não entre si, mas em relação a referências estáveis - as *alternativas de referência* - e ainda, estas *alternativas de referência* poderem ser totalmente parametrizadas pelo AD. Ou seja, é o AD que "cria" as *alternativas de referência* definindo para cada uma delas o seu desempenho em cada um dos atributos.

Por tudo o que se referiu, o ELECTRE TRI parece-nos ser particularmente adequado na avaliação do estado de conservação dos edifícios em projectos de regeneração urbana, permitindo definir os atributos dos *perfis de referência*, quer utilizando "alternativas virtuais", quer utilizando "alternativas reais" (i.e. edifícios existentes) que pelas suas características e de acordo com o seu actual EC são para os AD representativos dos limites (inferior ou superior) de uma determinada classe, e afectar em função dessa definição os edifícios a classes do EC.

O Web-SADE, ao incorporar um SIG, permite ainda, que os resultados da análise sejam visualizados em mapas virtuais (Figura 03.09) onde os edifícios sob avaliação aparecem devidamente localizados, com uma codificação de cores que representa a respectiva classificação. Esta funcionalidade parece-nos muito útil, uma vez que permite às entidades gestoras, no desenvolvimento das suas acções de planeamento, gerar mapas com o EC dos edifícios que permitem uma visão mais ampla das reais necessidades e que serão muito úteis, por exemplo, na definição das prioridades de intervenção para o conjunto dos edifícios em análise.

Figura 03.09. Mapa com a representação das classes do EC dos edifícios (aplicação a caso real).



03.01.04.03> ELECTRE TRI - Descrição do método

Os primeiros passos da aplicação do ELECTRE TRI, que refira-se são comuns a muitos dos outros MMAAD implementados no Web-SADE (Soma Ponderada, TOPSIS, ELECTRE I, etc.), passa pela definição dos atributos a considerar no processo de avaliação, pelo conhecimento da pontuação de cada alternativa, pela atribuição dos pesos relativos para cada destes atributos e, ainda, pela selecção das alternativas a avaliar.

A formulação deste método engloba 7 passos:

Passo 1: Definição das *Alternativas de Referência*

As *alternativas de referência*, são como já referimos definidas por um conjunto de desempenhos avaliados segundo a família de atributos F que o AD previamente selecciona Figura 03.08.

Estas alternativas de referência estão sujeitas a um conjunto de propriedades que adiante se explicitam, uma vez que envolvem conceitos que ainda não estão definidos.

Passo 2: Cálculo dos *Índices de Concordância Parcial* por atributo.

Numa situação "ideal", e admitindo um atributo de benefício (a maximizar), a comparação (atributo a atributo) de cada uma das alternativas (a) com cada uma das *alternativas de referência* (b) seria efectuada do seguinte modo:

- Se para o atributo j , $a_j > b_j$ diz-se que a alternativa a *prevalece* sobre a alternativa b segundo o atributo j ($a \mathbf{P}_j b$);
- Se para o atributo j , $a_j = b_j$ diz-se que a alternativa a é *indiferente* em relação à alternativa b segundo o atributo j ($a \mathbf{I}_j b$);
- Se para o atributo j , $a_j < b_j$ diz-se que a alternativa b *prevalece* sobre a alternativa a segundo o atributo j ($b \mathbf{P}_j a$).

Para atributos de custo, temos definições similares (mas de relação inversa) para o estabelecimento das relações de *prevalência* e *indiferença*.

Um atributo em que as relações de prevalência e indiferença são estabelecidas da forma acima descrita designa-se por atributo *trivial* ou *verdadeiro*. No entanto, a avaliação é frequentemente rodeada de incertezas e hesitações e ligeiras diferenças nos desempenhos de duas alternativas pode não significar uma situação de preferência. De facto, em muitas das situações reais, mesmo quando a diferença de desempenho assume valores mais elevados pode não se estar perante uma situação de *preferência estrita*. Para contemplar estas situações mais realistas, no ELECTRE TRI surgem associados a cada atributo, j , dois valores não negativos, $p_j \geq q_j$ designados respectivamente, *limiar de indiferença* (q_j) e *limiar de preferência* (p_j), que ajudam o AD a delimitar as fronteiras entre *indiferença* e *preferência estrita*.

Deste modo, as comparações (atributo a atributo) das alternativas com as *alternativas de referência*, passa a ser feita do seguinte modo:

- Se $a_j - b_j \leq q$ então, para o atributo j $a \mathbf{I}_j b$;
- Se $q < a_j - b_j \leq p$ então, para o atributo j $a \mathbf{Q}_j b$;
- Se $a_j - b_j > p$ então, para o atributo j $a \mathbf{P}_j b$.

em que \mathbf{Q} representa a *relação de preferência fraca*.

Um atributo em que as relações de prevalência e indiferença são estabelecidas da forma acima descrita designa-se por *pseudo* atributo.

O método ELECTRE TRI usa este último sistema de relações, ou seja, encara todos os atributos como *pseudo* atributos.

No Web-SADE a definição destes limiares é efectuada pelo AD, num formulário concebido para o efeito Figura 03.10.

Figura 03.10. Web-SADE: formulário de edição e parametrização do MAD

check-box para activar/desactivar ATRIBUTOS

botão de SUBMISSÃO

menu de selecção do MÉTODO DE APOIO À DECISÃO

check-box para activar/desactivar ALTERNATIVAS

MATRIZ DE DECISÃO

DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DO MÉTODO

Definidos estes limiares, já é possível efectuar o cálculo dos *índices de concordância parcial* (c_j) e *discordância parcial* (d_j) por atributo.

O *índice de concordância parcial* $c_j(a,b)$ exprime em que medida (i.e. com que "força" ou "confiança") se pode afirmar que, segundo o atributo j , a alternativa a é igual ou melhor que *alternativa de referência* b . No caso de um atributo em que o sentido de preferência é crescente (i.e. atributo de benefício), o valor de $c_j(a,b)$ é calculado da seguinte forma (para $a \neq b$):

$$[Eq. 03.1] \quad c_j(a,b) = 0 \text{ se } a_j \leq b_j - p_j$$

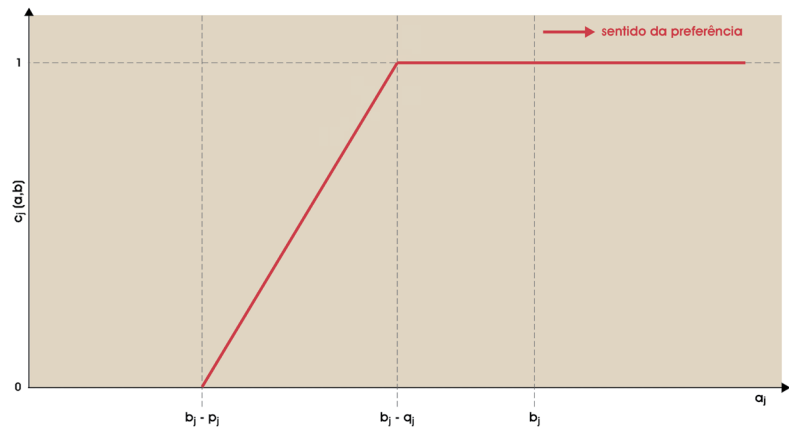
$$[Eq. 03.2] \quad c_j(a,b) = \frac{p_j - (b_j - a_j)}{p_j - q_j} \text{ se } b_j - p_j < a_j \leq b_j - q_j$$

$$[Eq. 03.3] \quad c_j(a,b) = 1 \text{ se } a_j > b_j + q_j$$

Daqui se depreende que $0 \leq c_j(a,b) \leq 1$,

Na Figura 03.11 representa-se graficamente o valor de $c_j(a,b)$ para um atributo de benefício.

Figura 03.11.

Índice de concordância parcial $c_j(a,b)$ para atributos de benefício

Quando o sentido de preferência de um atributo é decrescente (i.e. atributo de custo), o valor de $c_j(a,b)$ é calculado por:

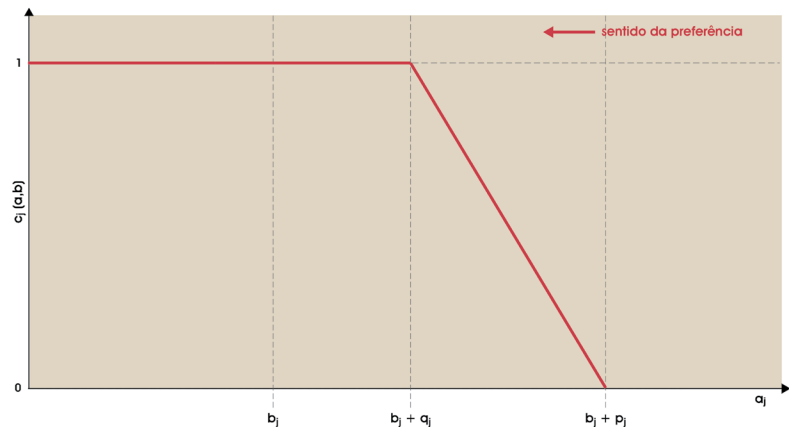
$$[Eq. 03.4] \quad c_j(a,b) = 0 \text{ se } a_j \geq b_j + p_j$$

$$[Eq. 03.5] \quad c_j(a,b) = \frac{p_j - (a_j - b_j)}{p_j - q_j} \text{ se } b_j + q_j \leq a_j < b_j + p_j$$

$$[Eq. 03.6] \quad c_j(a,b) = 1 \text{ se } a_j < b_j + q_j$$

Na Figura 03.12 representa-se graficamente o valor de $c_j(a,b)$ para um atributo de custo.

Figura 03.12.

Índice de concordância parcial $c_j(a,b)$ para atributos de custo

O *índice de concordância parcial* $c_j(b,a)$ exprime em que medida se pode afirmar que, segundo o atributo j , a *alternativa de referência* b é igual ou melhor que alternativa a . No caso de um atributo em que o sentido de preferência é crescente (i.e. atributo de benefício), o valor de $c_j(b,a)$ é calculado da seguinte forma:

$$[Eq. 03.7] \quad c_j(b,a) = 0 \text{ se } a_j \geq b_j + p_j$$

$$[Eq. 03.8] \quad c_j(b,a) = \frac{p_j - (a_j - b_j)}{p_j - q_j} \text{ se } b_j + q_j \leq a_j < b_j + p_j$$

$$[Eq. 03.9] \quad c_j(b,a) = 1 \text{ se } a_j < b_j + q_j$$

No caso de um atributo em que o sentido de preferência é decrescente (i.e. atributo de custo), o valor de $c_j(b,a)$ é calculado da seguinte forma:

$$[Eq. 03.10] \quad c_j(b,a) = 0 \text{ se } a_j \leq b_j - p_j$$

$$[Eq. 03.11] \quad c_j(b,a) = \frac{p_j - (b_j - a_j)}{p_j - q_j} \text{ se } b_j - p_j < a_j \leq b_j - q_j$$

$$[Eq. 03.12] \quad c_j(b,a) = 1 \text{ se } a_j > b_j - q_j$$

Passo 3: Cálculo dos *Índices de Concordância Global*.

Depois de determinados os *índices de concordância parcial* (por atributo), pode-se calcular os *índices de concordância global* $C(a,b)$ e $C(b,a)$. O primeiro exprime em que medida as avaliações de a e b segundo todos os atributos estão de acordo com a hipótese "a alternativa a é preferida à *alternativa de referência* b " e pode ser calculado por:

$$[Eq. 03.13] \quad C(a,b) = \frac{\sum_{j=1}^n W_j \cdot c_j(a,b)}{\sum_{j=1}^n W_j}$$

O segundo exprime em que medida as avaliações de a e b segundo todos os atributos estão de acordo com a hipótese "a *alternativa de referência* b é preferida à alternativa a " e é dado por:

$$[Eq. 03.14] \quad C(b, a) = \frac{\sum_{j=1}^n W_j \cdot c_j(b, a)}{\sum_{j=1}^n W_j}$$

De notar que se:

$$[Eq. 03.15] \quad C(a, b) = 1 \iff C_j(a, b) = 1, j = 1, \dots, n$$

Pelo que para um atributo de benefício,

$$[Eq. 03.16] \quad a_j \geq b_j, j = 1, \dots, n \implies C(a, b) = 1$$

De modo similar para um atributo de benefício,

$$[Eq. 03.17] \quad a_j \leq b_j, j = 1, \dots, n \implies C(a, b) = 1$$

Passo 4: Cálculo dos *Índices de Discordância Parcial*.

Para o cálculo dos *índices de discordância parcial* o ELECTRE TRI introduz um terceiro limiar - o *limiar de veto* (v_j). Este limiar, que também é definido pelo AD, delimita o valor da diferença entre a_j e b_j a partir do qual se pode assumir que a oposição do atributo j à hipótese de prevalência de a em relação a b é suficientemente forte para rejeitar essa hipótese, mesmo que para todos os outros atributos tal hipótese seja perfeitamente válida.

Assim, é possível apreciar a intensidade da discordância de um atributo, relativamente à hipótese de prevalência, através dos índices de discordância $D_j(a, b)$ e $D_j(b, a)$. No caso de um atributo em que o sentido de preferência é crescente, o valor de $D_j(a, b)$ é calculado da seguinte forma:

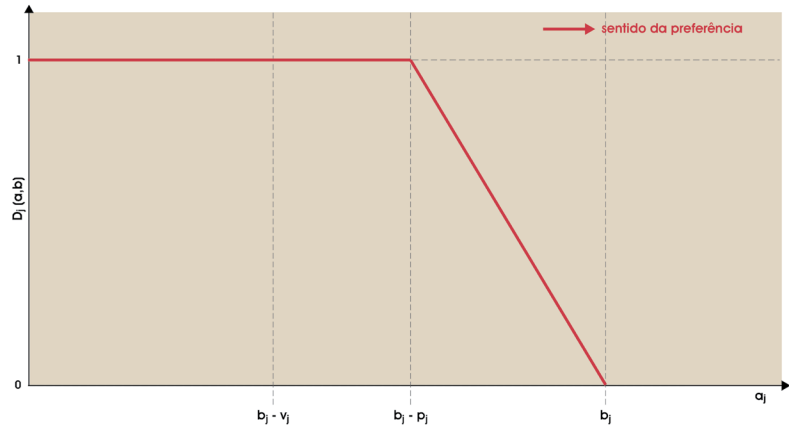
$$[Eq. 03.18] \quad D_j(a, b) = 0 \text{ se } a_j > b_j - p_j$$

$$[Eq. 03.19] \quad D_j(a, b) = \frac{b_j - a_j - p_j}{v_j - p_j} \text{ se } b_j - v_j < a_j \leq b_j - p_j$$

$$[Eq. 03.20] \quad D_j(a, b) = 1 \text{ se } a_j \leq b_j - v_j$$

Na Figura 03.13 representa-se graficamente o valor de $D_j(a,b)$ para um atributo de benefício.

Figura 03.13.

Índice de discordância parcial $D_j(a,b)$ para atributos de benefício

No caso de um atributo em que o sentido de preferência é decrescente (i.e. atributo de custo), o valor de $D_j(a,b)$ é calculado da seguinte forma:

$$[Eq. 03.21] \quad D_j(a,b) = 0 \text{ se } a_j \leq b_j + p_j$$

$$[Eq. 03.22] \quad D_j(a,b) = \frac{a_j - b_j - p_j}{v_j - p_j} \text{ se } b_j + p_j \leq a_j < b_j + v_j$$

$$[Eq. 03.23] \quad D_j(a,b) = 1 \text{ se } a_j > b_j + v_j$$

Na Figura 03.14 representa-se graficamente o valor de $D_j(a,b)$ para um atributo de custo.

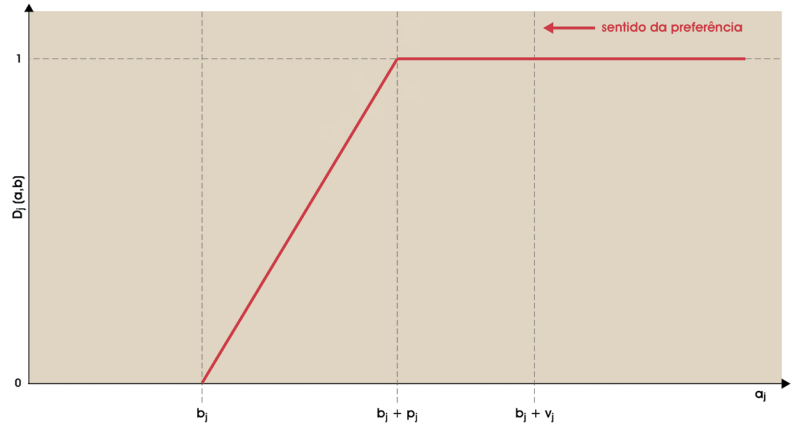
O valor de $D_j(b,a)$, no caso de um atributo benefício, é calculado da seguinte forma:

$$[Eq. 03.24] \quad D_j(b,a) = 0 \text{ se } a_j \leq b_j + p_j$$

$$[Eq. 03.25] \quad D_j(b,a) = \frac{a_j - b_j - p_j}{v_j - p_j} \text{ se } b_j + p_j < a_j \leq b_j + v_j$$

$$[Eq. 03.26] \quad D_j(b,a) = 1 \text{ se } a_j > b_j + v_j$$

Figura 03.14.

Índice de discordância parcial $D_j(a,b)$ para atributos de custo

No caso de um atributo em que o sentido de preferência é decrescente (i.e. atributo de custo), o valor de $D_j(b,a)$ é calculado da seguinte forma:

$$[Eq. 03.27] \quad D_j(b,a) = 0 \text{ se } a_j > b_j - p_j$$

$$[Eq. 03.28] \quad D_j(b,a) = \frac{b_j - a_j - p_j}{v_j - p_j} \text{ se } b_j - v_j < a_j \leq b_j - p_j$$

$$[Eq. 03.29] \quad D_j(b,a) = 1 \text{ se } a_j \leq b_j - v_j$$

Passo 5: Cálculo dos Índices de Credibilidade.

O *índice de credibilidade* de uma prevalência, exprime em que medida esta mesma relação de prevalência é credível face aos *índices de concordância* e *discordância* obtidos. O seu valor é obtido do valor de $C(b,a)$ corrigido pelos *índices de discordância*, quando estes tomam valores suficientemente grandes. Assim,

$$[Eq. 03.30] \quad \text{se } F(a,b) = \{j \in F \mid D_j(a,b) > C(a,b)\} = \emptyset \\ \text{então } \sigma_s(a,b) = C(a,b)$$

$$[Eq. 03.31] \quad \text{se } F(a,b) \neq \emptyset \\ \text{então } \sigma_s(a,b) = C(a,b) \cdot \prod_{j \in F} \frac{1 - D_j(a,b)}{1 - C(a,b)}$$

Da mesma forma,

$$\begin{aligned} \text{[Eq. 03.32]} \quad & \text{se } F(b, a) = \{j \in F \mid D_j(b, a) > C(b, a)\} = \emptyset \\ & \text{então } \sigma_s(b, a) = C(b, a) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{[Eq. 03.33]} \quad & \text{se } F(b, a) \neq \emptyset \\ & \text{então } \sigma_s(b, a) = C(b, a) \cdot \prod_{j \in F} \frac{1 - D_j(b, a)}{1 - C(b, a)} \end{aligned}$$

Passo 6: Estabelecimento das *Relações de Prevalência*.

Para o estabelecimento de uma relação de prevalência, há que recorrer a um novo parâmetro, designado por *limiar de corte* (λ). Este corresponde ao mais pequeno valor de $\sigma_s(a, b)$ ou $\sigma_s(b, a)$, a partir do qual as hipóteses "a alternativa a é preferida à alternativa de referência b " ou "a alternativa de referência b é preferida à alternativa a ", respectivamente, podem ser consideradas válidas.

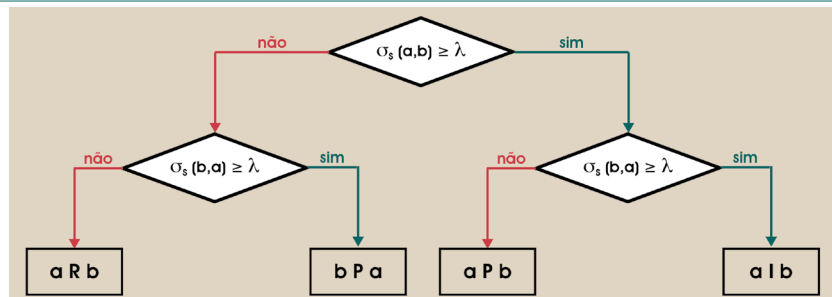
O *limiar de corte* (λ), pode assumir valores compreendidos entre 0.5 e 1 e, é também ele, um parâmetro definido pelo AD, permitindo que este efectue análise de sensibilidade.

No Web-SADE o AD pode interagir directamente com o sistema alterando o valor do *limiar de corte* e observando os resultados dessa alteração no processo de afectação (verificando, por exemplo o *grau de credibilidade* da afectação de uma alternativa a determinada classe).

A partir deste limiar as *relações de prevalência* são estabelecidas segundo o diagrama apresentado Figura 03.15.

Figura 03.15.

Estabelecimento das *Relações de Prevalência*



Em que R representa a *relação de incomparabilidade* entre a alternativa a e a alternativa de referência b .

Passo 7: Afectação das alternativas às respectivas Classes.

Segundo Yu [180] o processo de afectação, corresponde ao conjunto de mecanismos que aplicados sobre os modelos de preferência, atrás explicados, permitem afectar todas as alternativas às classes previamente definidas.

No método ELECTRE TRI, este processo de afectação consiste em comparar de forma sistemática cada alternativa com as *alternativas de referência* de forma a estabelecer *relações de subordinação* ou *prevalência*. Assim, uma alternativa será afectada à primeira classe para a qual uma *relações de prevalência* é verificada ("a alternativa *a* é preferida à *alternativa de referência b*").

Este processo deve respeitar as seguintes exigências [180]:

- 1) Uma qualquer alternativa nunca poderá ser indeferente a mais que uma alternativa de referência;
- 2) Toda a alternativa deve ser afectada a uma e a uma só classe;
- 3) A afectação de cada uma das alternativas é independente da afectação das restantes alternativas;
- 4) A afectação das alternativas a uma classe deve estar em conformidade com a concepção das alternativas de referência;
- 5) Se duas alternativas se comparam de modo idêntico com as alternativas de referência, então, ambas devem ser afectadas à mesma classe;
- 6) Se uma alternativa *a* prevalece sobre uma alternativa *a'* (i.e. para todos os atributos *j*, $a_j \geq a'_j$), então *a* deve ser afectada a uma categoria igual ou superior a *a'*;
- 7) O agrupamento de duas classes vizinhas numa só classe não deve modificar a afectação das alternativas que não pertenciam a essas classes.

O método disponibiliza dois processos de efectuar esta afectação a *afectação pessimista* (mais prudente), em que o objectivo é colocar as alternativas nas piores classes possíveis e *afectação optimista* em que pelo contrário, o objectivo é colocar as alternativas nas melhores classes possíveis [179].

No primeiro caso - *afectação pessimista* - admite-se que uma alternativa é afectada a uma classe se os seus desempenhos para todos os atributos superarem os desempenhos da *alternativa de referência* que define o limite inferior dessa classe, para tal:

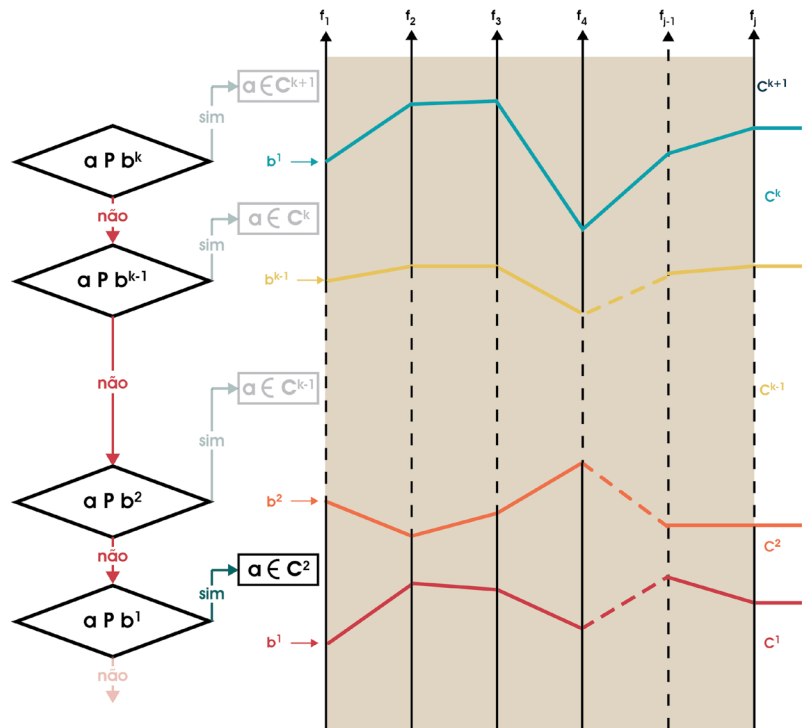
- Compara-se sucessivamente uma alternativa *a* com as *alternativas de referência b_i*, com *i* a variar de *k* até 1 (*K* representa a melhor *alternativa de referência*);

- Sendo b^h , a primeira *alternativa de referência* para a qual $a \succ b^h$ então a alternativa a é afectada à classe C^{h+1} .

O processo de afectação pessimista encontra representado no diagrama da Figura 03.16.

Figura 03.16.

Processo de afectação pessimista



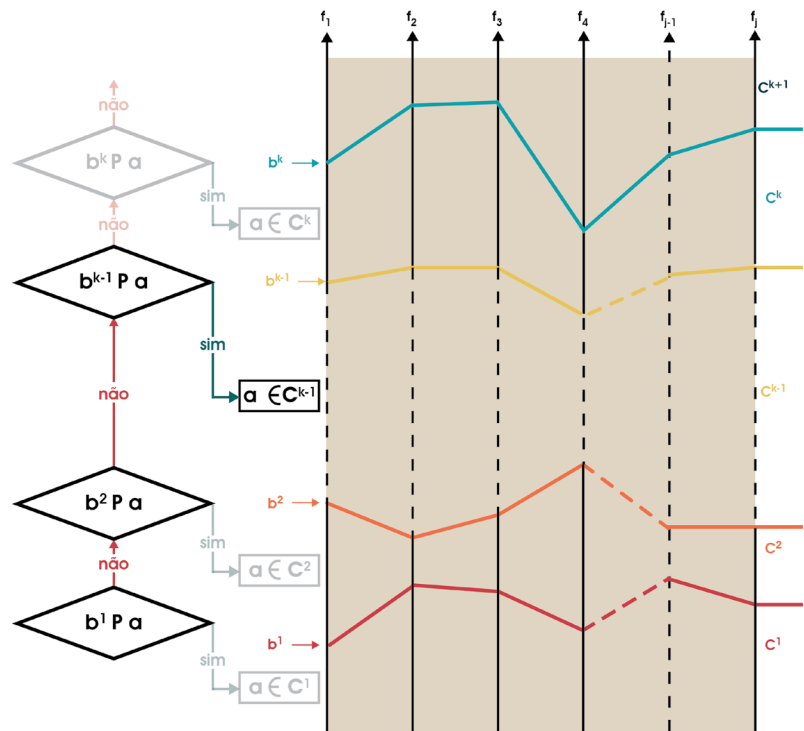
Na *afecção optimista*, procede-se de modo inverso, isto é, compara-se sucessivamente a *alternativa de referência* b , começando por aquela que se situa no nível inferior (a pior) com a alternativa a e regista-se para cada comparação, o índice de credibilidade da hipótese "a *alternativa de referência* b é preferida à alternativa a ", quando este é igual ou superior ao *limiar de corte* λ definido e a prevalência em sentido contrário tenha um índice de credibilidade inferior a λ , o processo é interrompido e a alternativa a é afectada à classe de que aquela *alternativa de referência* b é o limite superior Figura 03.17.

Saliente-se que este método (e o Web-SADE desenvolvido no âmbito deste trabalho) possibilita ao AD realizar uma análise de sensibilidade de forma a identificar a influência das variações dos pesos, limiares e tipo de afectação nos resultados obtidos. Esta característica, permite transpor para o processo de decisão a atitude comum dos AD que é normalmente caracterizada por uma gradual transição entre o "estado" de indiferença e preferência, e que deste modo pode ser melhor capturada. Além disso, a introdução de limiares proporciona, uma maneira tecnicamente correcta de lidar com as incertezas inerentes

a este tipo de decisões, quer as já referidas e que resultam da definição das preferências pelos AD, quer as que resultam da eventual falta de precisão dos dados.

Figura 03.17.

Processo de afectação optimista



Não devemos ignorar, no entanto, que se a utilização dos parâmetros exigidos pelo método tem as vantagens que acabamos de referir, também introduz algum trabalho adicional e eventuais dificuldades na sua especificação (principalmente para AD menos familiarizados com a metodologia), pelo que, nestas situações, o recurso ao apoio de um analista deve ser ponderado.

Uma outra possibilidade de ultrapassar esta eventual dificuldade, é o recurso a metodologias como as desenvolvidas por Dias et al. [185], que permitem inferir alguns destes parâmetros com base em alguns exemplos de classificação de alternativas fornecidos previamente pelo AD de acordo com sua apreciação [184], reduzindo assim a necessidade de parametrização e contribuindo, nestes casos, para aumentar a confiança nos resultados [186].

03.03.01.04.04. Propriedades das alternativas de referência

Formalmente, as acções de referência são concebidas do seguinte modo:

- a acção de referência b^i é o limite superior da classe C^i e o

limite inferior da classe C^{i+1} (para todo o i , com $1 \leq i \leq k$);

- $b_j^i \geq b_j^{i-1}$ e $b^i P b^{i-1}$ (leia-se b^i é preferível a b^{i-1}) para todo o i e j ;
- se $a P b^{i-1}$ e $b^i P a$ ou $a I b^{i-1}$ (leia-se a é indiferente a b^{i-1}) então a é afectada a C^i .

Esta última condição obriga a que seja verificada a coerência na concepção das *acções de referência*. Assim, deve ainda, ser respeitada, a designada, *condição de compatibilidade dos dados* que determina que uma *acção de referência* não pode ser indiferente a mais de uma *acção de referência*.

Por último, é importante referir que embora se possam utilizar "alternativas reais" para definir a definição dos *perfis referência* (isto é, utilizadas como *alternativas de referência*), estas devem ser independentes do conjunto das alternativas do problema.

03.01.05> Metodologia de avaliação do estado de conservação dos edifícios

Ao longo das últimas duas décadas surgiram vários métodos e instrumentos de avaliação de edifícios. Alguns deles, como *Qualitel* [187] e o *HQI - Housing Quality Indicators* [188], são dedicados à avaliação da qualidade intrínseca da habitação. Outros estão mais preocupados com o desempenho ambiental dos edifícios, como são os casos de BREEAM (ver <http://www.breeam.org/>), do LEED [189] ou do SBTool [190].

Outros métodos foram também desenvolvidos para avaliar aspectos relacionados com a sustentabilidade dos processos de regeneração urbana: é o caso do ISAT, um kit de ferramentas de avaliação de sustentabilidade, desenvolvido no âmbito do projecto realizado pelo consórcio *Metrics, Models and Toolkits for Whole Life Sustainable Urban Development* do *Engineering and Physical Sciences Research Council's Sustainable Environment Programme in the UK (Sue-MoT)* [191]; ou da metodologia de avaliação multicritério, desenvolvida por Schetke & Haase [192], para avaliar os padrões sócio-ambientais emergentes do efeito de "urban shrinkage" e dos seus impactos sobre as populações e ecossistemas urbanos; ou ainda, da metodologia de avaliação da sustentabilidade desenvolvida por Hemphill et al. [193].

São também vários os trabalhos e estudos desenvolvidos com o objectivo de encontrar processos ou metodologias de avaliação do estado de conservação (EC) de edifícios. São exemplos¹:

- A metodologia de avaliação do estado de conservação de imóveis com rendas condicionadas, prevista no Decreto-Lei n.º 329-A/2000, de 22 de Dezembro [194];

¹ Sugere-se a consulta do trabalho desenvolvido por Vilhena [183], onde é efectuada uma descrição detalhada e análise crítica de várias metodologias,

- O processo de definição do estado de conservação de imóveis no âmbito do Código do Imposto Municipal sobre Imóveis (CIMI) [140];
- A metodologia de avaliação do estado de conservação de edifícios de habitação a custos controlados, proposta por Rodrigues [195];
- O método de avaliação do estado de conservação de imóveis (MAEC), aprovado pelo Portaria n.º 1192-B/2006, de 3 de Novembro [196] e desenvolvido pelo LNEC a pedido do XVII Governo Constitucional, para aplicação do definido no NRAU - Novo Regime do Arrendamento Urbano (Lei n.º 6/2006 de 26 de Fevereiro [197];
- O "Home Condition Report - HCR" [198], metodologia desenvolvida pelo *DCLG - Department for Communities and Local Government* do Reino Unido para avaliação do estado de conservação de imóveis a serem objecto de transacção;
- A Norma holandesa para avaliação do estado de conservação de edifícios – NEN 2767 (NEN [199] citado em Vilhena [183]);
- Ou ainda, o "Bilan Patrimoine Habitat" desenvolvido em França pela *Association Qualitel* para avaliação do estado de conservação de edifícios existentes (ou conjunto de edifícios) no âmbito da certificação de projectos de reabilitação (Association Qualitel [200] citado em Vilhena [183]).

Depois de efectuado o estudo de várias das metodologias existentes, pareceu-nos ser consensual que a avaliação eficaz do estado de conservação de edifícios envolve múltiplos atributos, podendo o seu número, escalas de medição e naturalmente importância relativa variar em função do objectivo específico para o qual a metodologia foi desenvolvida (informação a potenciais compradores; actualização de rendas; tributação do património; etc.).

No âmbito do trabalho que aqui apresentamos a avaliação do EC terá como objecto de estudo o conjunto de edifícios situados no interior de uma área de regeneração urbana, de modo a que na fase de desenvolvimento do plano estratégico da intervenção e preparação da(s) ORU (Etapas I, II e III da metodologia proposta e apresentada na secção 02>), seja possível obter uma caracterização geral do tipo de necessidades e dimensão dos trabalhos de reabilitação, bem assim como uma estimativa dos respectivos custos financeiros da intervenção.

Assim, para o desenvolvimento da metodologia utilizada neste trabalho, foram revistos e analisados conjuntos de atributos considerados em muitos dos métodos atrás referidos a fim se obter um conjunto

coerente de atributos que permita numa fase de preparação do referido plano estratégico avaliar de forma eficiente e eficaz o EC dos edifícios.


Para a definição do conjunto final de atributos a ter em consideração, dois conjuntos de atributos foram tidos em particular consideração:

- (A) a relativa aos dados do estudo/levantamento *in situ* das características do parque habitacional do caso de estudo apresentado neste trabalho¹;
- (B) a relativa ao já referido Método de Avaliação do Estado de Conservação de imóveis (MAEC) [196], desenvolvido no âmbito do NRAU [197].

Deve no entanto referir-se que a metodologia aqui proposta difere dos estudos/metodologias acima mencionadas em alguns aspectos que nos parecem importantes. Na verdade, o estudo (A) não representa formalmente uma metodologia para determinar o EC dos edifícios, mas apenas um levantamento relativamente exaustivo de um conjunto (estruturado) de atributos recolhidos *in situ* para cada um dos edifícios do caso de estudo [201], [202].

¹ Detalhe sobre o desenvolvimento e as características deste levantamento do edificado ao caso de estudo podem ser consultados no trabalho desenvolvido por Vicente [203].

Figura 03.18. Ficha de avaliação do nível de conservação dos edifícios NRAU/MAEC [196]



NRAU – NOVO REGIME DE ARRENDAMENTO URBANO

Ficha de avaliação do nível de conservação de edifícios

(Portaria n.º 1192-B/2006, de 3 de Novembro)

código do técnico
número da ficha

A. IDENTIFICAÇÃO

Rua/Av./Pc.:

Número: Andar: Localidade: Código postal:
 Distrito: Concelho: Freguesia:
 Artigo matricial: Fração: Código SIG (facultativo):

B. CARACTERIZAÇÃO

N.º de pisos do edifício _ _ _	N.º de unidades do edifício _ _ _	Época de construção _ _ _	Tipologia estrutural _ _ _	N.º de divisões da unidade _ _ _	Uso da unidade _ _ _
------------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------------	--------------------------

C. ANOMALIAS DE ELEMENTOS FUNCIONAIS

	Anomalias					Não se aplica	Ponderação	Pontuação
	Muito ligeiras (5)	Ligeiras (4)	Médias (3)	Graves (2)	Muito graves (1)			
Edifício								
1. Estrutura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		x 6 =	
2. Cobertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		x 5 =	
3. Elementos salientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
Outras partes comuns								
4. Paredes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
5. Revestimentos de pavimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	
6. Tectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	
7. Escadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
8. Caixilharia e portas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	
9. Dispositivos de protecção contra queda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
10. Instalação de distribuição de água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
11. Instalação de drenagem de águas residuais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
12. Instalação de gás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
13. Instalação eléctrica e de iluminação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
14. Instalações de telecomunicações e contra a intrusão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
15. Instalação de ascensores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
16. Instalação de segurança contra incêndio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
17. Instalação de evacuação de lixo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
Unidade								
18. Paredes exteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		x 5 =	
19. Paredes interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
20. Revestimentos de pavimentos exteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	
21. Revestimentos de pavimentos interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	
22. Tectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	
23. Escadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	
24. Caixilharia e portas exteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		x 5 =	
25. Caixilharia e portas interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
26. Dispositivos de protecção de vãos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	
27. Dispositivos de protecção contra queda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	
28. Equipamento sanitário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
29. Equipamento de cozinha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
30. Instalação de distribuição de água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
31. Instalação de drenagem de águas residuais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
32. Instalação de gás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
33. Instalação eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	
34. Instalações de telecomunicações e contra a intrusão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	
35. Instalação de ventilação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	
36. Instalação de climatização	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	
37. Instalação de segurança contra incêndio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	

D. DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ANOMALIAS

Total das pontuações (a)

Total das ponderações atribuídas aos elementos funcionais aplicáveis (b)

Índice de anomalias (a/b)

Já em relação ao MAEC (B):

- Em primeiro lugar, este tem como principal objectivo a avaliação de fracções habitacionais em regime de arrendamento, avaliando estas fracções de forma isolada (i.e. eventualmente num mesmo edifício poderemos ter fracções com EC diferentes) com vista a uma eventual actualização do valor da renda, enquanto que no trabalho que aqui se apresenta o objectivo passa pela necessidade de caracterização do património edificado de uma ARU e especificamente a avaliação do EC do edifício de modo a obter uma perspectiva do tipo e valor das obras de reabilitação a realizar;
- Em segundo lugar, o MAEC requer a avaliação de um conjunto de atributos muito mais extenso do que aquele que pretendíamos e podíamos utilizar na aplicação ao caso de estudo (ver Figura 03.18);
- Por último, o MAEC utiliza uma técnica que pode ser classificada como compensatória (Soma Ponderada, com a aplicação de duas regras de cálculo adicionais) e produz um julgamento absoluto das alternativas (*função utilidade*), o que para o nosso caso de aplicação pode apresentar alguns inconvenientes, conforme descrito em mais detalhe na secção 03.01.04.02>, pág. 98).

Deste modo a obtenção de um conjunto de atributos coerente, mas menos numeroso do que o utilizado no MAEC e que abrangesse os aspectos mais relevantes a serem considerados numa análise multi-tributo do estado de conservação de um edifício, levou-nos à identificação de um conjunto final de 13 atributos, os quais podemos agrupar em cinco categorias conforme é apresentado na Tabela 03.01.

Tabela 03.01. Atributos para avaliação do EC- metodologia proposta vs MAEC

Categorias	Atributos da metodologia proposta	Atributos MAEC	Ponderação MAEC
Estrutura e paredes de fachada	A01: Estrutura	1, 7, 23	12
	A02: Paredes de fachada (função estrutural)	4, 18	7
	A03: Revestimentos das paredes de fachada	4, 8, 18	3
Cobertura	A04: Estrutura da cobertura	2	3
	A05: Revestimentos da cobertura	2	2
Escadas e elementos de compartimentação interior	A06: Estrutura de suporte de escadas, pavimentos e tectos	6, 7, 9, 23, 27	13
	A07: Revestimentos de escadas, paredes, pavimentos e tectos	5, 19, 20, 21, 22, 15	18
Sistemas e instalações prediais	A08: Sistema de distribuição de água	10, 28, 29, 30	8
	A09: Sistema de drenagem de águas residuais	11, 28, 29, 31	4
	A10: Sistema de drenagem de águas pluviais	11	1
	A11: Instalação eléctrica e iluminação artificial	13, 33	4
	A12: Instalação de telecomunicações	14, 34	2
Segurança contra-incêndio	A13: Segurança contra-incêndio	12, 16, 32, 37	7
		Total	84

Embora o Web-SADE permita ao AD a definição interactiva de todos os parâmetros a utilizar pelo método (pesos, limiares e *alternativas/perfis de referência*) é aqui proposto um conjunto inicial de valores para cada destes parâmetros.

A importância relativa (pesos) atribuída a cada um dos atributos considerados na nossa análise foi obtida partindo das ponderações utilizadas no MAEC [196] e tentando, dentro do possível, manter as importâncias relativas que este método define para cada um dos atributos/categorias (repara-se que o MAEC utiliza um conjunto de 37 atributos ao passo que aqui vamos utilizar 13). Na Tabela 03.01 (3.ª coluna) podemos observar a relação efectuada entre cada um dos 13 atributos considerados na nossa análise e os utilizados no MAEC e ainda, o valor acumulado (e ponderado)¹ das respectivas importâncias (ou pesos) - 4.ª coluna.

Estes pesos foram posteriormente analisados e aferidos através da auscultação a um conjunto restrito de especialista/profissionais do sector, chegando-se aos pesos finais de cada um dos atributos apresentadas na Tabela 03.02.

Tabela 03.02. Atributos da metodologia de avaliação do EC: tipo, escala e peso

Categorias	Atributos	Tipo	Escala	Pesos
Estrutura e paredes de fachada	A01: Estrutura	benefício	0-5	14%
	A02: Paredes de fachada (função estrutural)	benefício	0-5	14%
	A03: Revestimentos das paredes de fachada	benefício	0-5	5%
Cobertura	A04: Estrutura da cobertura	benefício	0-5	8%
	A05: Revestimentos da cobertura	benefício	0-5	4%
Escadas e elementos de compartimentação interior	A06: Estrutura de suporte de escadas, pavimentos e tectos	benefício	0-5	10%
	A07: Revestimentos de escadas, paredes, pavimentos e tectos	benefício	0-5	6%
Sistemas e instalações prediais	A08: Sistema de distribuição de água	benefício	0-5	9%
	A09: Sistema de drenagem de águas residuais	benefício	0-5	6%
	A10: Sistema de drenagem de águas pluviais	benefício	0-5	3%
	A11: Instalação eléctrica e iluminação artificial	benefício	0-15	9%
	A12: Instalação de telecomunicações	benefício	0-3	5%
Segurança contra-incêndio	A13: Segurança contra-incêndio	benefício	0-3	7%
			Total	100%

Na Tabela 03.02. apresenta-se ainda o sentido de preferência (tipo: custo ou benefício) e escala de cada um dos 13 atributos. Repare-se que também neste aspecto (na escala) há diferenças em relação ao MAEC. De facto, enquanto este utiliza uma escala única para a avaliação de todos os 37 atributos (de 1 a 5), na nossa análise as escalas variam em função do atributo considerado².

A definição das classes - Tabela 03.03 - do estado de conservação, objectivo final da aplicação do método e necessária à aplicação do ELECTRE TRI, seguiu os 5 níveis de estado de conservação propostos

¹ Quando um atributo do MAEC foi relacionado com mais do que um dos 13 atributos utilizados na nossa análise, o peso do atributo definido no MAEC foi distribuído de forma ponderada por cada um dos (nossos) atributos.

² Na nossa análise a escolha da escala de cada um dos atributos esteve essencialmente relacionada com a natureza e valores dos dados disponíveis para o caso de estudo.

no NRAU [197]. A estes acrescentou-se uma classe adicional - EC: Ruína - para os diferenciar dos edifícios que apresentam anomalias muito graves (e que por isso terão um EC de Péssimo), mas que ainda assim serão objecto de uma intervenção de reabilitação, neste caso "excepcional" (ver secção 03.04.03.02>, pág. 65). Deste modo, para edifícios considerados em ruína e cujas características e/ou valor patrimonial não apontam para uma "reabilitação excepcional", admitimos como solução técnica e economicamente mais indicada a "demolição e construção de novo".

Tabela 03.03.

Metodologia de avaliação do EC: estados de conservação / níveis de reabilitação e custo de intervenção

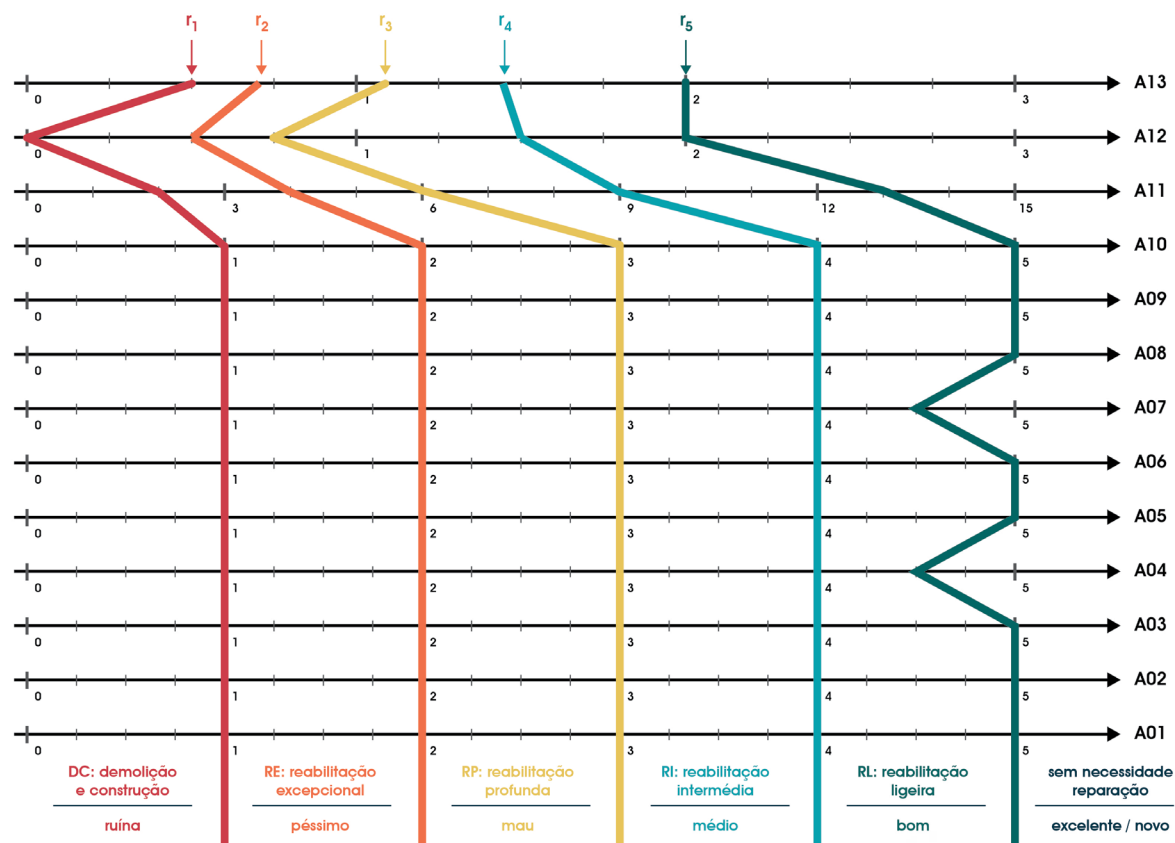
Classe	EC: Estado de conservação	Nível de reabilitação	Custos de reabilitação [€/m²]
1	Ruína	DC: Demolição e construção de novo	744
2	Péssimo	RE: Reabilitação excepcional	1004
3	Mau	RP: Reabilitação profunda	595
4	Médio	RI: Reabilitação intermédia	186
5	Bom	RL: Reabilitação ligeira	74
6	Excelente/Novo	-	-

Os custos fixados para cada tipo de intervenção foram baseados nas descrições e custos apresentados por Shah ([113], pág. 6-8) e Paiva et al ([55], pág. 279-281).

Para a definição das classes necessitamos de definir um conjunto de *alternativas/perfis de referência*, que como já descrevemos (ver pág. 102) servem de modelo em relação ao qual as alternativas (no nosso caso edifícios) vão ser avaliadas.

O Web-SADE possibilita que o AD defina as *alternativas/perfis de referência*. Estas, tanto podem representar situações hipotéticas, como edifícios reais (existentes na base de dados do sistema) considerados como representativos de um determinado limiar do EC (desde que na sua selecção se respeitem as condições referidas na secção 03.03.01.04.04, pág. 113). Todavia, para definição das 6 classes do EC apresentadas na Tabela 03.03 foram, para a avaliação do edifícios do nosso caso de estudo, definidas as *alternativas/perfis de referência* apresentadas na Figura 03.19.

Figura 03.19. Alternativas/perfis de referência utilizados na definição das classes do EC





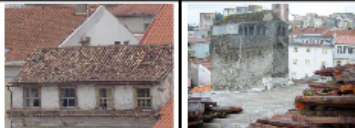

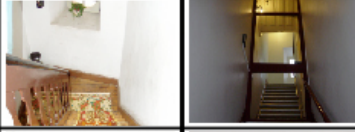



Finalmente, foram fixados os *limiares de preferência, indiferença e veto* a utilizar na análise do caso de estudo - são apresentados na Tabela 03.04.

Foi também efectuada uma verificação do efeito da variação destes limiares na afectação dos edifícios às classes do EC (análise de sensibilidade), confrontando as classificações obtidas com os dados do levantamento efectuado a cada um dos edifícios (que inclui registo fotográfico exaustivo) - ver Figura 03.20.

Tabela 03.04. Avaliação do EC: limiares de indiferença, preferência e veto

Limiar	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13
indiferença	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	2.0	0.5	0.2
preferência	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	4.0	1.0	0.6
veto	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	6.0	1.5	1.0

Os resultados da aplicação desta metodologia ao caso de estudo são apresentados na secção 03.01.07.02>, pág. 134.

<p>Estrutura e paredes de fachada</p> 						
<p>Cobertura</p> 						
<p>Escadas e elementos de compartimentação interior</p> 						
<p>Sistemas e instalações prediais</p> 						
<p>Fotografias</p> <p>Elaborar 20 imagens por</p>	<p>A001 - EC 1 Ruim</p>	<p>A075 - EC 2 Péssimo</p>	<p>A025 - EC 3 Mau</p>	<p>A414 - EC 4 Médio</p>	<p>A627 - EC 5 Bom</p>	<p>A126 - EC 6 Excelente / Novo</p>

A execução da ORU pode implicar a necessidade de desocupação de alguns dos edifícios (nomeadamente, os a necessitar de obras que impeçam a permanência dos residentes durante o período de intervenção). Nestas situações, o RJRU [9] prevê a possibilidade de o proprietário do imóvel, mediante acordo com os arrendatários, escolher entre:

- apoio à decisão em acções de regeneração urbana

Prevê ainda o RJRU [9], que no caso de o arrendatário ter idade igual ou superior a 65 anos ou uma incapacidade comprovada de grau superior a 60% e na falta de acordo com o proprietário, este terá obrigatoriamente de assegurar o realojamento efectivo.

Acresce que, como atrás já referimos, numa regeneração urbana (sustentável) existe a necessidade de limitar ao máximo os impactos sociais decorrentes da sua execução, pelo que no modelo multiobjectivo apresentado no Capítulo 4 um dos objectivos é determinar a sequência de implementação das UI que maximiza a adequação do realojamento às necessidades das populações residentes nas ARU, procurando minimizar desta forma os impactos que a intervenção tem sobre a seu quotidiano.

Deste modo, e tendo como ponto de partida o previsto no RJRU [9] (mas procurando ir um pouco mais além na preocupação de limitar os impactos sociais) pareceu-nos interessante desenvolver uma metodologia multiatributo que ajudasse a prever as necessidades de "relojamento" numa ARU em função das características socioeconómicas da população e admitindo que aquele pode ser efectuado de diferentes modos. Embora o modelo desenvolvido (que recorre ao método ELECTRE TRI) seja flexível e plenamente configurável pelo AD, na aplicação ao nosso caso de estudo foram consideradas três classes de população (neste caso, por agregado familiar) às quais corresponderão três diferentes modos preferenciais de "relojamento", conforme se ilustra na Tabela 03.05.

Tabela 03.05.

Metodologia de avaliação das necessidades de realojamento: tipos de agregado familiar vs tipos de realojamento prioritário

Classe	TA: Tipo de agregado	Tipo de realojamento prioritário
1	Tipo 1	Realojamento obrigatório no interior da própria ARU
2	Tipo 2	Realojamento sem restrição de local
3	Tipo 3	Indemnização sem realojamento

Procurou-se, assim, definir um conjunto coerente de atributos que nos permitisse obter uma caracterização e classificação da população de uma ARU quanto à sua prioridade em relação a cada uma daquelas possibilidades de realojamento. Partindo dos dados disponíveis para o nosso caso de estudo¹, chegamos a um conjunto de 11 atributos que contribuem para caracterizar três aspectos em particular: as características intrínsecas do agregado familiar; a sua vivência e relação com a ARU; e respectiva necessidade e facilidade de mobilidade.

¹ Que resultaram de um levantamento socioeconómico exaustivo realizado por uma equipa especializada da Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra (ver Peixoto [61]).

Tabela 03.06. Atributos da metodologia de avaliação das necessidades de realojamento: tipo, escala e peso

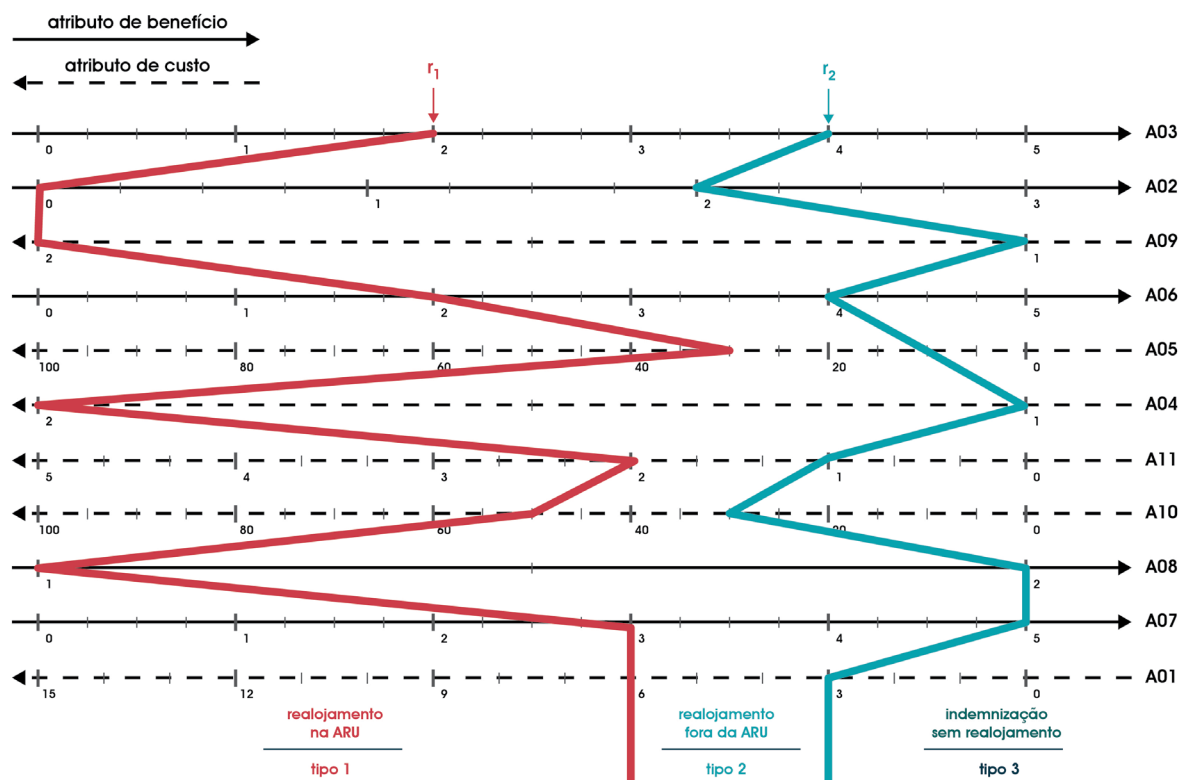
Categorias	Atributos	Tipo	Pesos
Agregado familiar	A01: N° de pessoas que vivem na casa	custo	15%
	A02: Rendimento médio mensal líquido aproximado	custo	5%
	A03: Algum membro do agregado está acamado	benefício	10%
	A04: Idade média dos residentes no agregado	custo	10%
	A05: número de pessoas com mais de 65 anos	custo	15%
Vivência na ARU	A06: Tem familiares a residir na ARU	custo	10%
	A07: Quantos anos reside na actual habitação	custo	15%
	A08: Relação afectiva com a casa onde reside	benefício	2%
Mobilidade	A09: Disponibilidade para residir noutro local por motivo de obras	custo	3%
	A10: N° de automóveis no agregado	benefício	5%
	A11: Local de trabalho/estudo	benefício	10%

Na Tabela 03.06 apresenta-se ainda o tipo (custo ou benefício) e escala de cada um dos 11 atributos.

Conforme já descrevemos quando apresentamos o método ELECTRE TRI (ver pág. 102), para a definição das classes do tipo de população necessitamos de definir um conjunto de *perfis de referência*, que servirão de modelo em relação ao qual as alternativas (no nosso caso, agregados familiares) vão ser avaliados.

Embora o sistema possibilite a definição das *alternativas/perfis de referência* pelo AD, para a avaliação do nosso caso de estudo foram definidas as *alternativas/perfis de referência* apresentadas na Figura 03.21.

Figura 03.21. Alternativas/perfis de referência utilizados na definição dos tipos de agregado



Apresenta-se na Tabela 03.07 os *limiares de preferência, indiferença e veto* que foram considerados na análise do caso de estudo.

Tabela 03.07. Avaliação das necessidades de realojamento: limiares de indiferença, preferência e veto

Limiar	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11
indiferença	4	1	0.50	10	1	0.5	15	2	1.0	1	2
preferência	7	3	1	15	2	1	20	3	2	2	3
veto	10	4	2	20	3	2	25	4	3	3	4

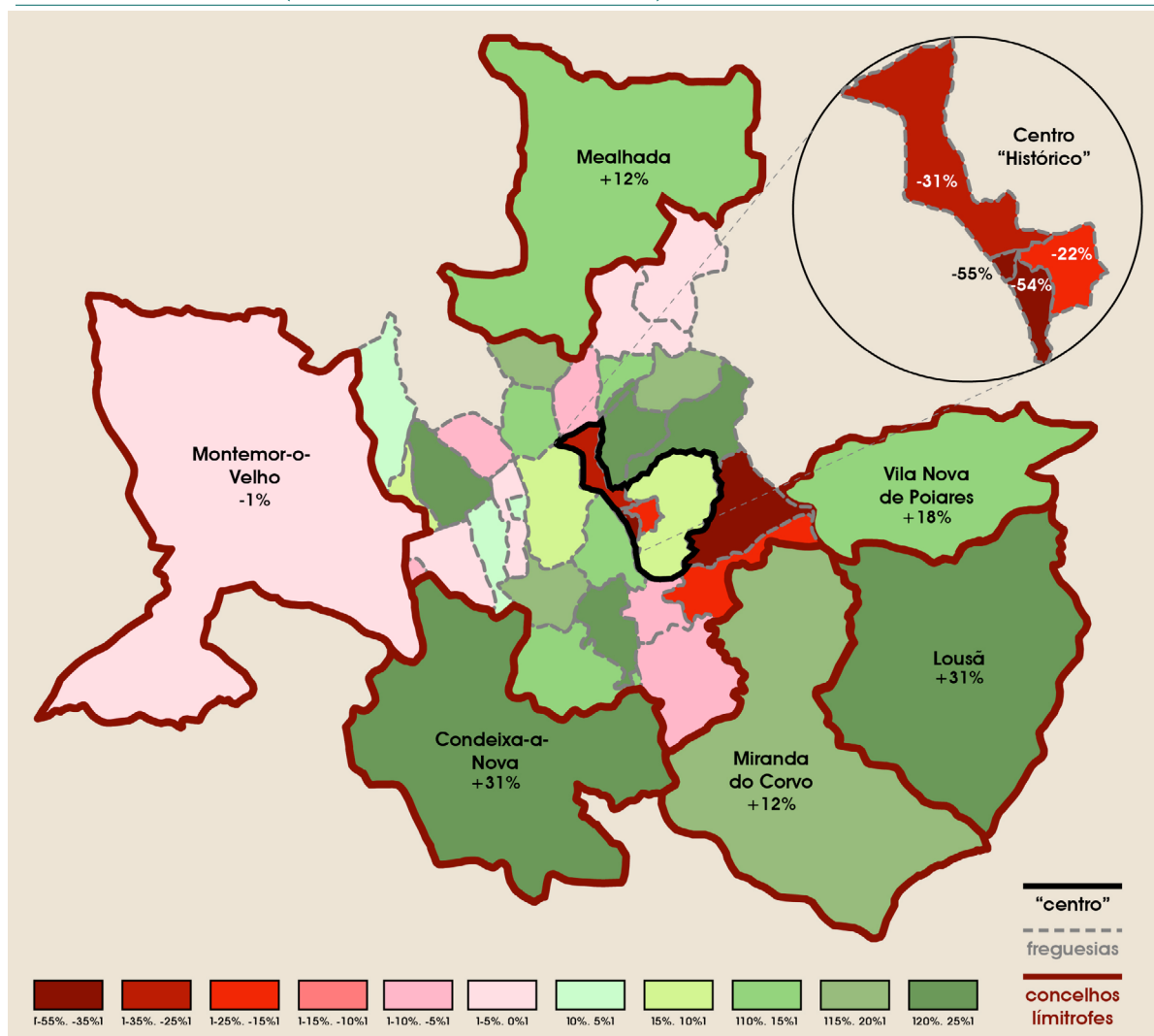
Os resultados da aplicação desta metodologia ao caso de estudo são apresentados na secção 03.01.07.01 >, pág. 129.

03.01.07> Aplicação a um caso de estudo - a "Baixa de Coimbra"

Coimbra é uma cidade histórica portuguesa, a 4.ª mais populosa de Portugal continental, se excluirmos as cidades de média dimensão que constituem as áreas metropolitanas de Lisboa e Porto. Com 96 mil habitantes (INE, Censos 2011), situa-se no litoral centro do país e possui, há mais de 700 anos, a primeira universidade portuguesa e uma das mais antigas da Europa. Nas últimas duas décadas, consequência da descentralização da habitação e das actividades económicas e comerciais (nomeadamente, grandes superfícies) o seu centro histórico - "alta universitária" e "baixa da cidade", englobando as "antigas" freguesias de São Bartolomeu, Almedina, Santa Cruz e Sé Nova, que

até ao início do XX constituíam o núcleo urbano da cidade - tem vindo a sofrer uma perda populacional significativa, não só para as novas áreas de expansão urbana da cidade, mas também para a zona periurbana e concelhos limítrofes - Figura 03.22¹.

Figura 03.22. Variação da população entre 1991 e 2011 nas freguesias de Coimbra e concelhos limítrofes (fonte: INE, Censos 1991 e 2011)



A "Baixa" de Coimbra - que constitui o objecto do nosso caso de estudo - abrange uma área de cerca de 15 hectares onde (à data do levantamento dos dados) existiam cerca de 750 edifícios, 1200 fracções residenciais das quais apenas cerca de 60% estavam ocupadas por 840 famílias (quase 2000 habitantes). Existiam também cerca de 1450 fracções não-residenciais, 84% das quais ocupadas (comércio, serviços e organismos do estado).

¹ A evolução da cidade desde o séc. XVIII pode ser observada no conjunto de mapas que se apresentam no final deste capítulo

Já em 1925, Abel Dias Urbano, engenheiro militar, propunha um plano de intervenção nesta zona da cidade que previa a demolição de toda a "Baixa" e a construção de novas ruas e avenidas a uma cota superior para evitar inundações - incluindo uma avenida central que ligaria a Praça 8 de Maio (onde se situam os paços do concelho) ao rio [204].

Em 1960, uma tentativa de implementar aquela ideia levou à demolição de um significativo número de edifícios, criando um grande vazio nesta zona da cidade, que ainda hoje se mantém sendo quase em exclusivo ocupada por estacionamento - zona do "bota-abaixo" [204].

Por volta de 1990 começa a verificar-se uma mudança no padrão de intervenção nesta zona da cidade, com as primeiras acções de reabilitação do edificado (com preservação das fachadas) e renovação de infraestruturas urbana (nomeadamente a pedonalização da Rua Ferreira Borges e Praça 8 de Maio) [204].

No entanto, apesar destes "esforços" e da implementação de vários planos e acções de revitalização desta zona da cidade, a situação com que nos deparamos é a de uma zona envelhecida, relativamente desertificada (principalmente na componente habitacional) e significativamente degradada.

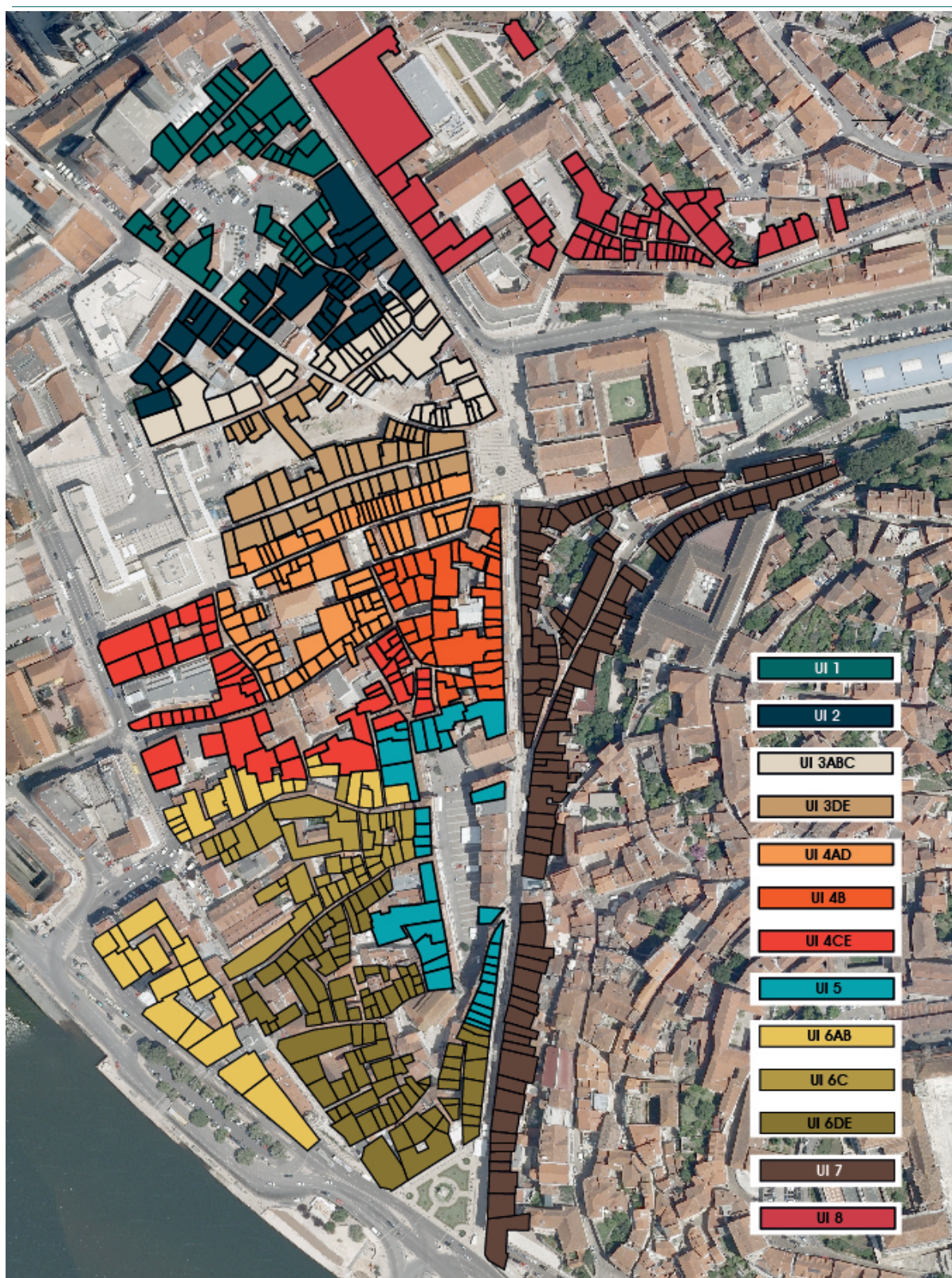
Para contrariar este cenário, e com o objectivo de preparar um programa de regeneração urbana desta zona, em 28 de Maio de 2003, a Câmara Municipal de Coimbra (CMC) estabelece um protocolo com a Universidade de Coimbra/Instituto de Investigação Interdisciplinar (UC/III), um programa de cooperação assinado em sessão especial com a presença do Presidente da República, e cujo principal objectivo foi o desenvolvimento de um estudo Interdisciplinar¹ - envolvendo 4 equipas de investigação da UC (cerca de 40 técnicos/investigadores) - Patologias (Departamento de Engenharia Civil), Arquitectura (Departamento de Arquitectura), Sociologia (Faculdade de Economia) e Sistemas de Apoio à Decisão em Engenharia (Departamento de Engenharia Civil)².

O referido estudo incidiu sobre a referida zona da "Baixa" representada e delimitada na Figura 03.23.

¹ Alguns dos dados deste estudo são a base dos exemplos de aplicação das metodologias propostas e apresentadas neste trabalho. No entanto, como em algumas representações seria possível a identificação do edifício, o que em algumas situações de representação dos resultados poderia levantar questões de confidencialidade (p.ex. na representação sobre o mapa da zona que permitira a identificação imediata do respectivo edifício), optou-se neste trabalho pela troca aleatória da identificação dos edifícios.

² A participação do autor do trabalho que aqui se apresenta nesta última equipa de investigação esteve na origem do desenvolvimento deste doutoramento.

Figura 03.23. Mapa da "Baixa" de Coimbra com identificação da Unidades de Intervenção consideradas neste trabalho



03.01.07.01 > Avaliação das necessidades de realojamento

A execução da intervenção de regeneração urbana na zona em estudo (que aqui se admite deverá ser dividida em várias Unidades de Intervenção) implicará a desocupação de alguns dos edifícios (nomeadamente os que necessitem de obras que impeçam a permanência dos residentes durante o período de intervenção). Deste modo, e com base nos dados do estudo sociodemográfico¹ levado a efeito no âmbito do protocolo entre a CMC e a UC foi aplicada a metodologia de avaliação multiatributo descrita na secção 03.01.06>, pág. 122, à população residente na ARU de modo a estimar as necessidades de realojamento.

Estes resultados serão utilizados na aplicação ao caso de estudo do modelo multiobjectivo apresentado no capítulo 4, em que um dos objectivos é determinar a sequência de implementação das UI que melhor responde à necessidade de maximizar a adequação do realojamento às necessidades das populações residentes nas ARU.

Saliente-se que, nesta fase de estudo, se caracteriza toda a população da ARU independentemente de esta vir realmente a necessitar de realojamento. As necessidades efectivas de realojamento que utilizaremos na aplicação do modelo multiobjectivo, terão depois em consideração o estado de conservação dos edifícios e o consequente grau de intervenção de reabilitação a efectuar. Assim admitiu-se que só será necessário realojar os agregados familiares dos edifícios sujeitos a obras de reabilitação que impeçam a permanência dos moradores no seu interior (i.e. reabilitação profunda; reabilitação excepcional; demolição e construção).

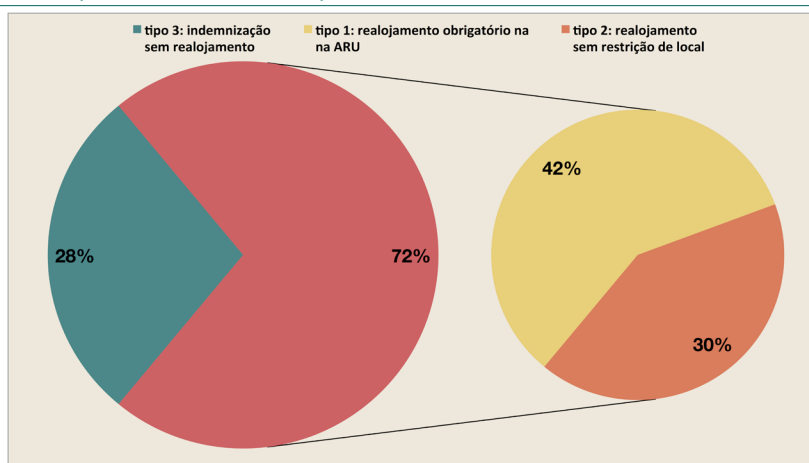
Os resultados da classificação dos agregados familiares da população residente na ARU segundo os tipos definidos na Tabela 03.05 e tendo em conta os atributos considerados na Tabela 03.06 e parâmetros da Tabela 03.07 e Figura 03.21 são apresentados nas Figura 03.24, Figura 03.25 e Figura 03.30.

De acordo com estes resultados, 72% das famílias da ARU poderão necessitar de realojamento "efectivo" ("Realojamento obrigatório no interior da própria ARU" ou "Realojamento sem restrição de local"), sendo que para 42% dos casos este realojamento deveria acontecer no interior da própria ARU.

¹ Do total de cerca de 840 famílias este inquiriu 662 alojamentos, sendo que destes 60 alojamentos tiveram os seus ocupantes ausentes no período de inquirição e em outros 71 alojamentos os ocupantes recusaram a aplicação do inquérito [61].

Figura 03.24.

Resultados da distribuição dos agregados familiares da ARU segundo as prioridades de realojamento

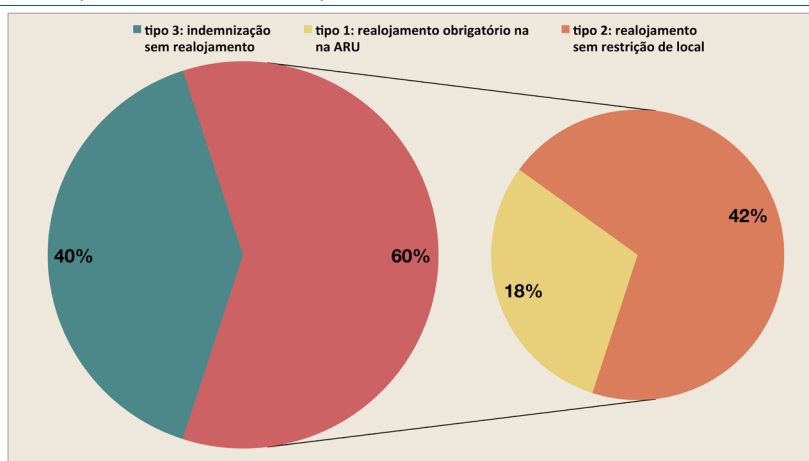


Se analisarmos os resultados em número total de residentes - Figura 03.25 - percebe-se que 60% dos residentes da ARU serão potenciais "candidatos" a realojamento "efectivo", incluindo 18% em que o realojamento deverá acontecer no interior da ARU.

A diferença de valores (72% vs 60% e 42% vs 18%) entre a análise aos resultados por agregado familiar ou por residente, denota a prioridade que a parametrização definida para a metodologia dá ao realojamento na própria ARU de residentes que vivem sozinhos.

Figura 03.25.

Resultados da distribuição dos agregados familiares da ARU segundo as prioridades de realojamento



Parece-nos também interessante a análise dos resultados da aplicação da metodologia proposta em função da idade média dos residentes, do número de anos de residência na actual habitação e do número de famílias em que pelo menos um residente tem mais de 65 anos de idade, que apresentamos nas Figura 03.26, Figura 03.27 e Figura 03.28 respectivamente.

Figura 03.26.

Resultados da distribuição dos residentes da ARU: prioridades de realojamento vs idade média dos residentes

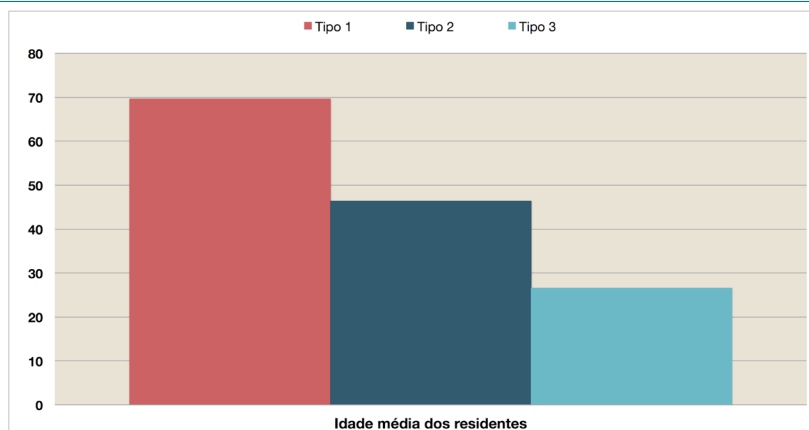


Figura 03.27.

Resultados da distribuição dos residentes da ARU: prioridades de realojamento vs n.º de anos de residência na actual habitação (média)

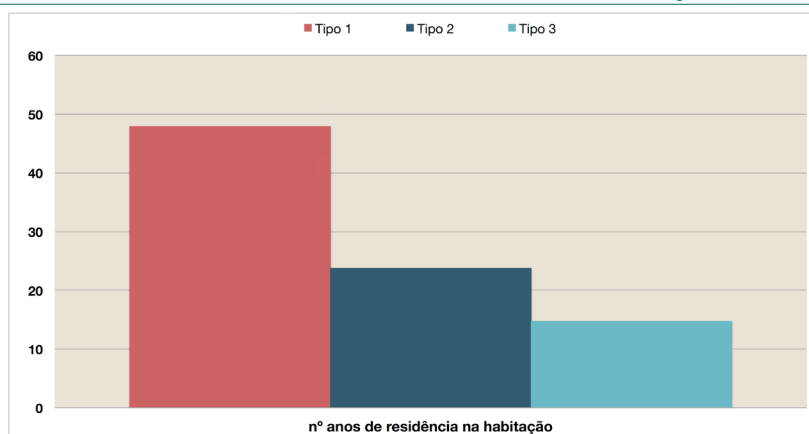
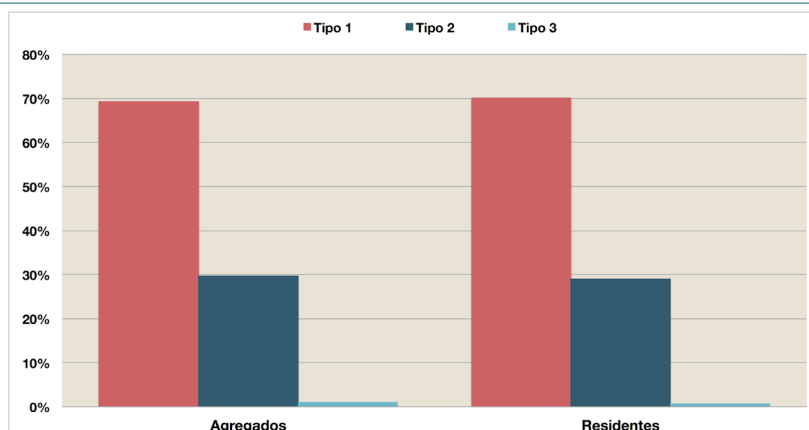


Figura 03.28.

Resultados da distribuição dos residentes da ARU: prioridades de realojamento vs agregados com residentes com mais de 65 anos



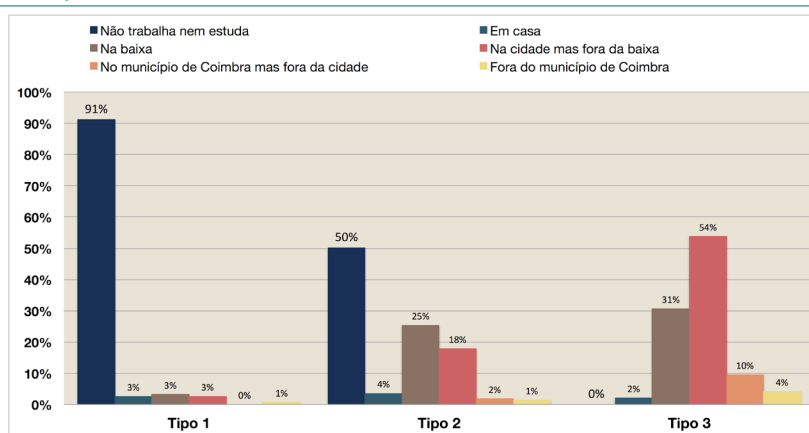
Observa-se, assim, que os residentes afectos ao Tipo 1 tem uma idade média de 70 anos e vivem na baixa à cerca de 50 anos, sendo que 70% destas famílias tem pelo menos um membro com mais de 65 anos de idade. Em contraponto, nos residentes que a metodologia desenvolvida afectou ao Tipo 3, a idade média baixa para os 27 anos, vivendo na baixa há cerca de 15 anos. Neste grupo o número de famílias em que pelo menos um membro tem mais de 65 anos de idade é residual (menos de 1%).

Estes resultados permitirão concluir que a selecção dos atributos, a definição dos *perfis de referência* e demais parametrização do modelo (pesos e limiares para cada um dos atributos) terá sido adequada.

Conclusão semelhante é a obtida se analisarmos os resultados da aplicação da metodologia proposta em função do atributo "local de trabalho/estudo" - Figura 03.29. Desta análise constata-se que 91% dos residentes afectos ao Tipo 1 não têm qualquer ocupação (o que confirma os dados anteriores), e que, dos classificados como do Tipo 3 quase 70% trabalham fora da ARU.

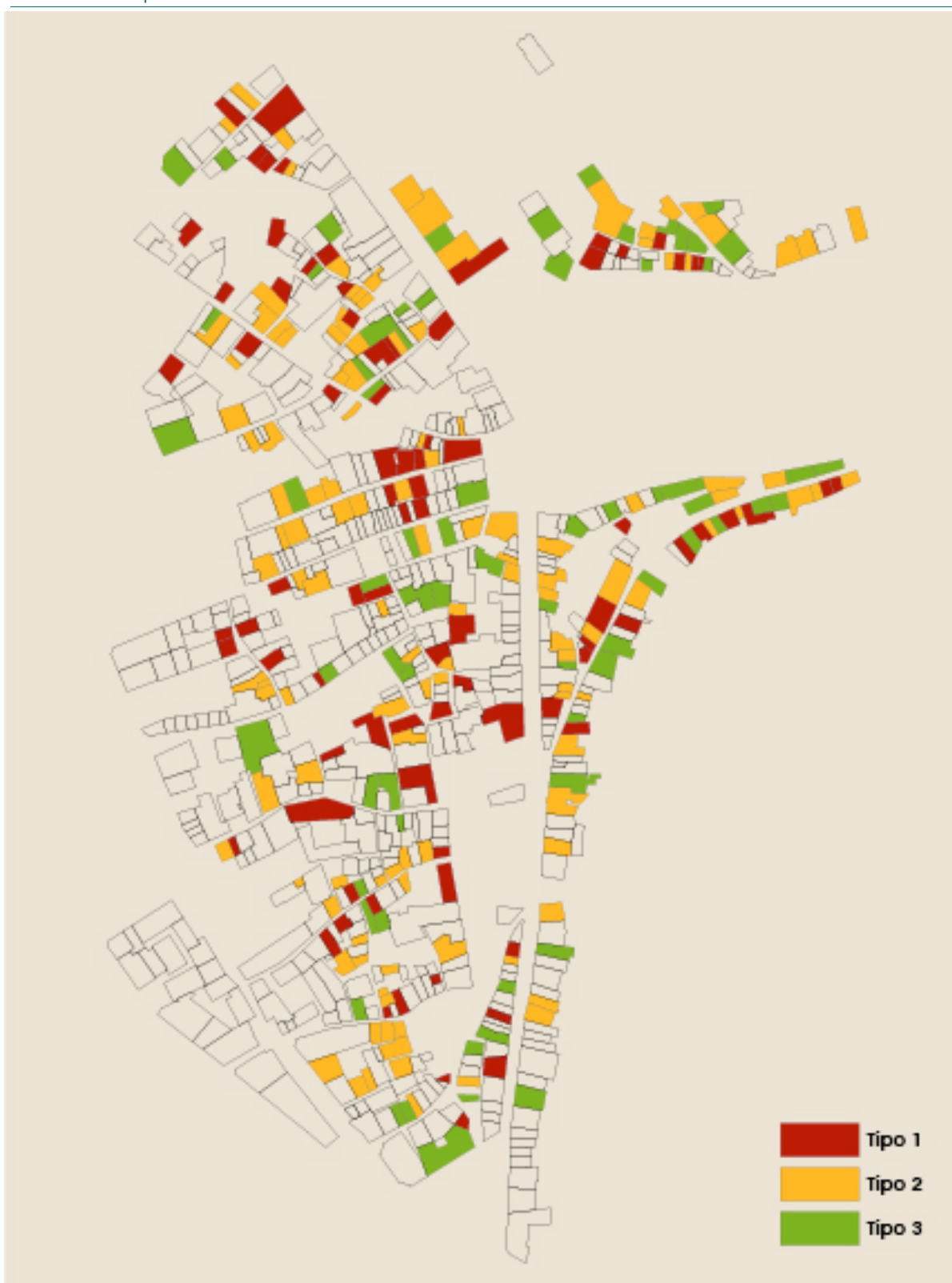
Figura 03.29.

Resultados da distribuição dos residentes da ARU: prioridades de realojamento vs local de trabalho/estudo



Apresenta-se ainda na Figura 03.30 uma mapa com a representação da distribuição das famílias por classe de prioridade de realojamento e edifício.

Figura 03.30. Mapa da ARU: representação dos agregados familiares por tipo de realojamento e por edifício (ver nota de rodapé 1 na pág. 127)



03.01.07.02> Avaliação do estado de conservação dos edifícios

A avaliação do EC é de facto um elemento crucial no estudo e desenvolvimento de intervenções de regeneração [201], [202]. Esta avaliação envolve a determinação analítica e sistemática de todos os factores que influenciam o EC de um edifício, apoiado em princípios claros e com critérios bem definidos. Apresentámos na secção 03.01.05> uma proposta de metodologia multiatributo que, suportada num conjunto de 13 atributos caracterizadores das várias componentes e sistemas de um edifício, nos permite classificar os edifícios da área de intervenção segundo o seu EC.

Os resultados da aplicação desta metodologia ao caso de estudo, são importantes porque permitem uma melhor caracterização da zona a intervencionar, fornecendo aos AD uma visão mais pormenorizada e clara do estado actual da ARU e das reais necessidades de intervenção.

No caso concreto deste trabalho de investigação, estes resultados são também essenciais para obter os dados necessários à aplicação do modelo multiobjectivo (Capítulo 4). Mais concretamente:

- 1) O esforço de intervenção a efectuar em cada edifício, isto é, o tipo de obras necessárias para colocar o edifício com o nível de qualidade estipulado para a operação de reabilitação;
- 2) O montante necessário para executar a reabilitação de cada um dos edifícios;
- 3) O retorno financeiro na sequência da intervenção de reabilitação no edifício, que dependerá do potencial de valorização do edifício em função do seu estado inicial e do tipo de intervenção de reabilitação;
- 4) As reais necessidades e custos de realojamento dos residentes para cada um dos edifícios, tendo-se para isso admitido neste trabalho, que só será necessário realojar moradores de edifícios sujeitos a obras de reabilitação que impeçam a sua permanência no seu interior (reabilitação profunda; reabilitação excepcional; e demolição e construção).

Os resultados da classificação do EC dos edifícios na ARU segundo as classes definidas na Tabela 03.03, tendo em conta os atributos considerados e apresentados na Tabela 03.02 e os parâmetros apresentados na Tabela 03.04 e Figura 03.19 são apresentados nas Figura 03.31 e Figura 03.32. Na Tabela 03.08 apresenta um exemplo da representação dos resultados na forma de tabela.

Figura 03.31. Mapa da ARU: representação do EC dos edifícios (ver nota de rodapé 1 na pág. 127))

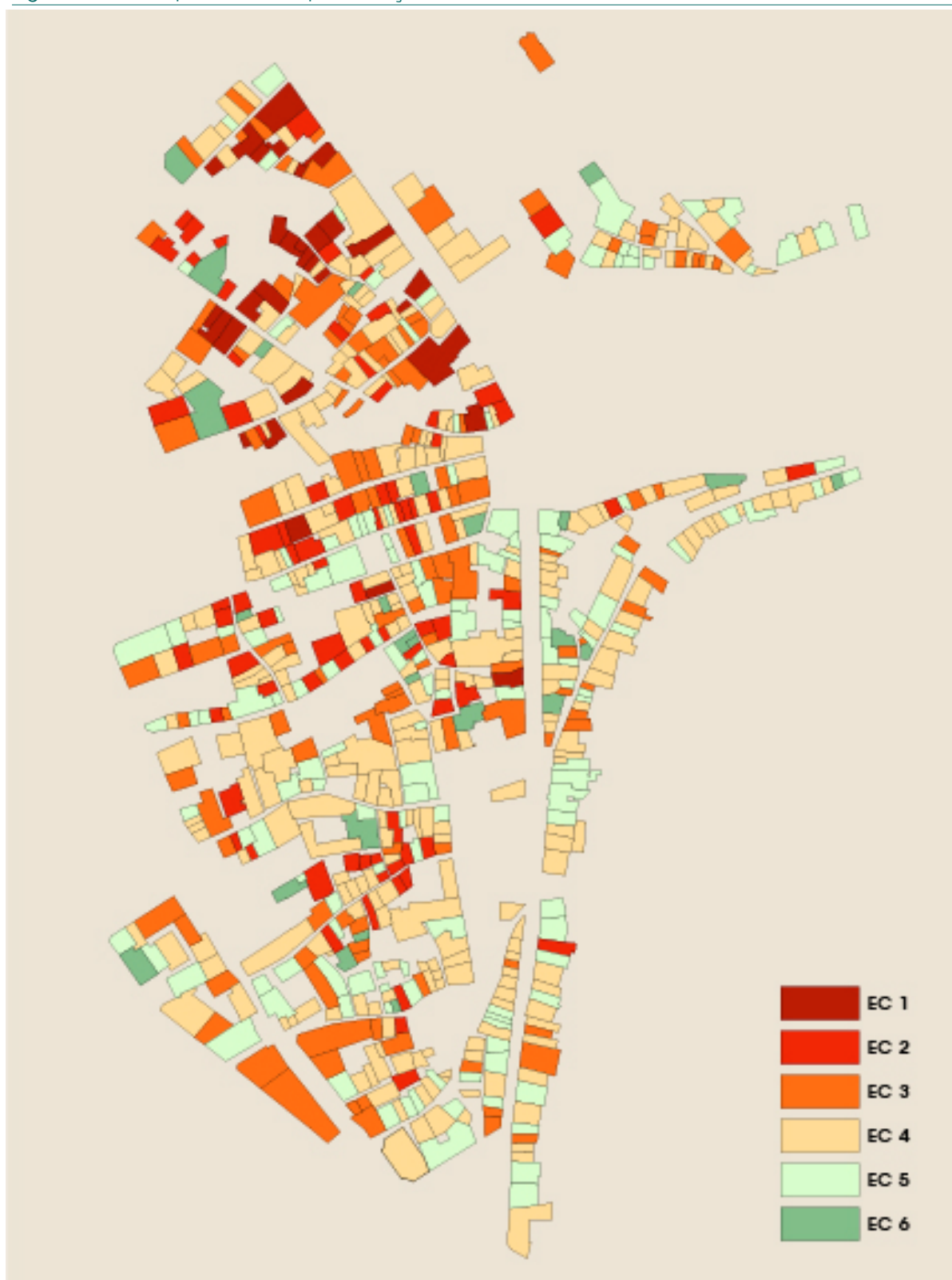
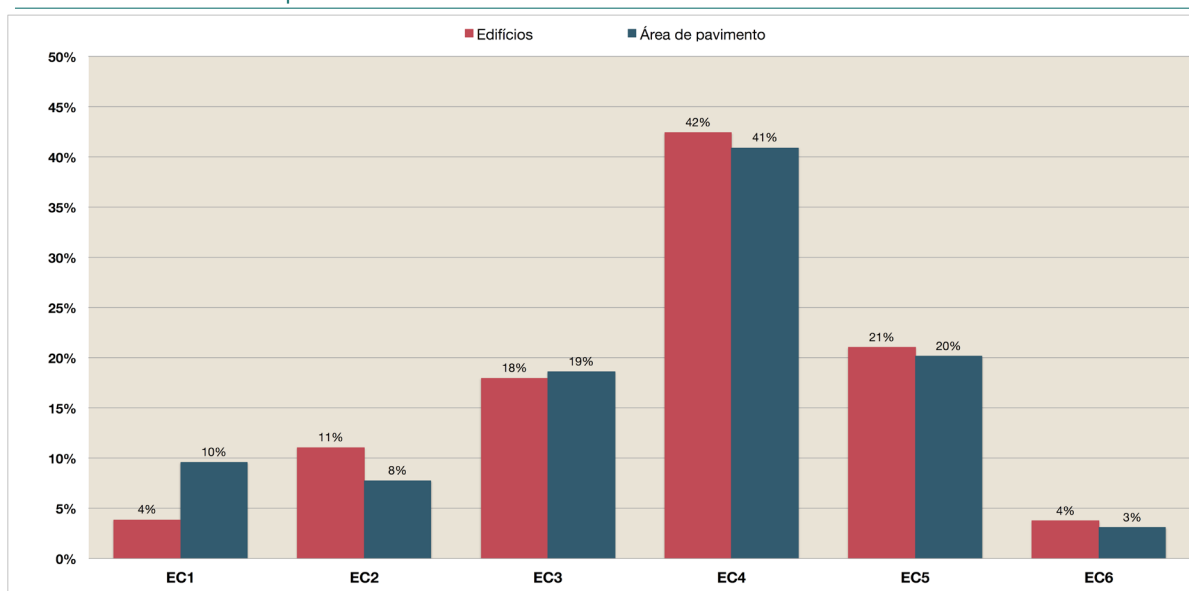


Tabela 03.08. Resultados da avaliação EC dos edifícios

EDIFÍCIO	EC 1 Ruína	EC 2 Péssimo	EC 3 Mau	EC 4 Médio	EC 5 Bom	EC 6 Excelente/Novo
A01						
A02						
A03						
A04						
A05						
A06						
A07						
A08						
A09						
A10						
A11						
A12						
A13						
A14						
A15						
A16						
A17						
A18						
A19						
A20						
A21						
A22						
A23						
A24						
A25						
A26						
A27						
A28						
A29						
A30						
A31						
A32						
A33						
A34						

Figura 03.32. Resultados da avaliação do EC dos edifícios por % do número de edifícios e % da área de pavimento



De acordo com estes resultados 96% dos edifícios da ARU necessitam de intervenção de reabilitação, embora 21% necessitem apenas de pequenas intervenções ("reabilitação ligeira" - execução de pequenas reparações e beneficiações, como por exemplo: limpeza da cobertura, substituição pontual de telhas; reparação de anomalias pontuais em rebocos e revestimentos e eventualmente pintura do interior e exterior do edifício, etc.).

Já 33% dos edifícios apresentam um EC igual ou pior que "Mau", significando isto que necessitam de pelo menos uma "reabilitação profunda" (isto é, obras que podem implicar a demolições, em alguns casos significativas, e reconstrução de elementos do edifício; a execução de alterações profundas na distribuição e organização dos espaços interiores do edifício; o reforço generalizado e ou alteração/substituição dos elementos estruturais; etc.).

Como se percebe, este último tipo de intervenção é incompatível com a permanência dos residentes no edifício, pelo que para os edifícios nestas situações em que algumas (ou a totalidade) das suas fracções estejam ocupadas, será necessário prever o realojamento (o tipo de realojamento deverá ser definido em função dos resultados obtidos pela aplicação da metodologia de avaliação das necessidades de realojamento apresentados na secção anterior).

Um outro facto que nos parece importante realçar é que 42% dos edifícios tem um EC de 4, tendo sido admitido nesta análise que o nível de intervenção nesta classe de edifícios será de "Reabilitação intermédia" (o que pode ser considerada uma opção conservado-

ra). Este nível de intervenção pressupõe, entre outros trabalhos, uma eventual reparação e/ou substituição de elementos de caixilharia, escadas, soalhos e tectos; reparação generalizada de revestimentos interiores e exteriores; beneficiação das partes comuns dos edifícios e/ou a melhoria dos equipamentos existentes (AQS, cozinhas, instalações sanitárias, etc.). Estamos a admitir uma intervenção não muito intrusiva mas que poderá permitir a permanência de residentes nos edifícios.

Uma primeira validação dos resultados da avaliação poderá ser obtida através da sua "comparação" com os valores dos 13 atributos considerados na avaliação (que se apresentam de forma agregada para os atributos A01 a A10 na Figura 03.33 e representados sobre o mapa no caso dos atributos A11, A12 e A13 nas Figura 03.34, Figura 03.35 e Figura 03.36)

Figura 03.33. Resultados da avaliação do EC dos edifícios por % do número de edifícios e % da área de pavimento

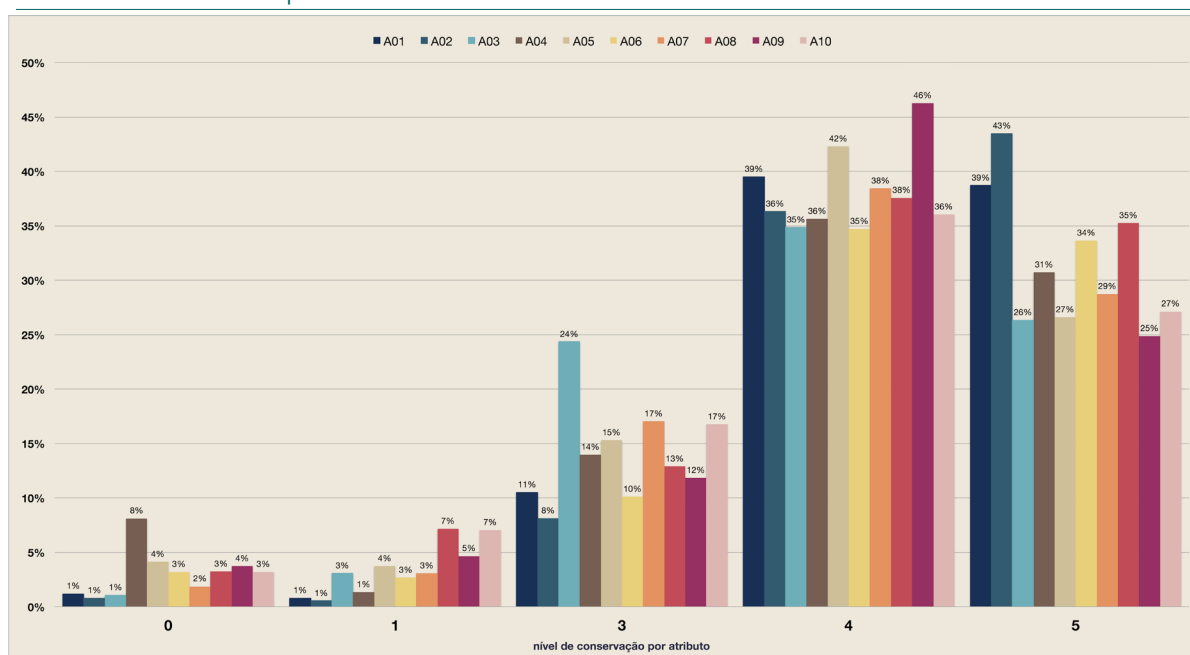


Figura 03.34. Mapa da ARU: representação do atributo A11 - Instalação eléctrica e iluminação artificial | ver nota de rodapé 1 na pág. 127)

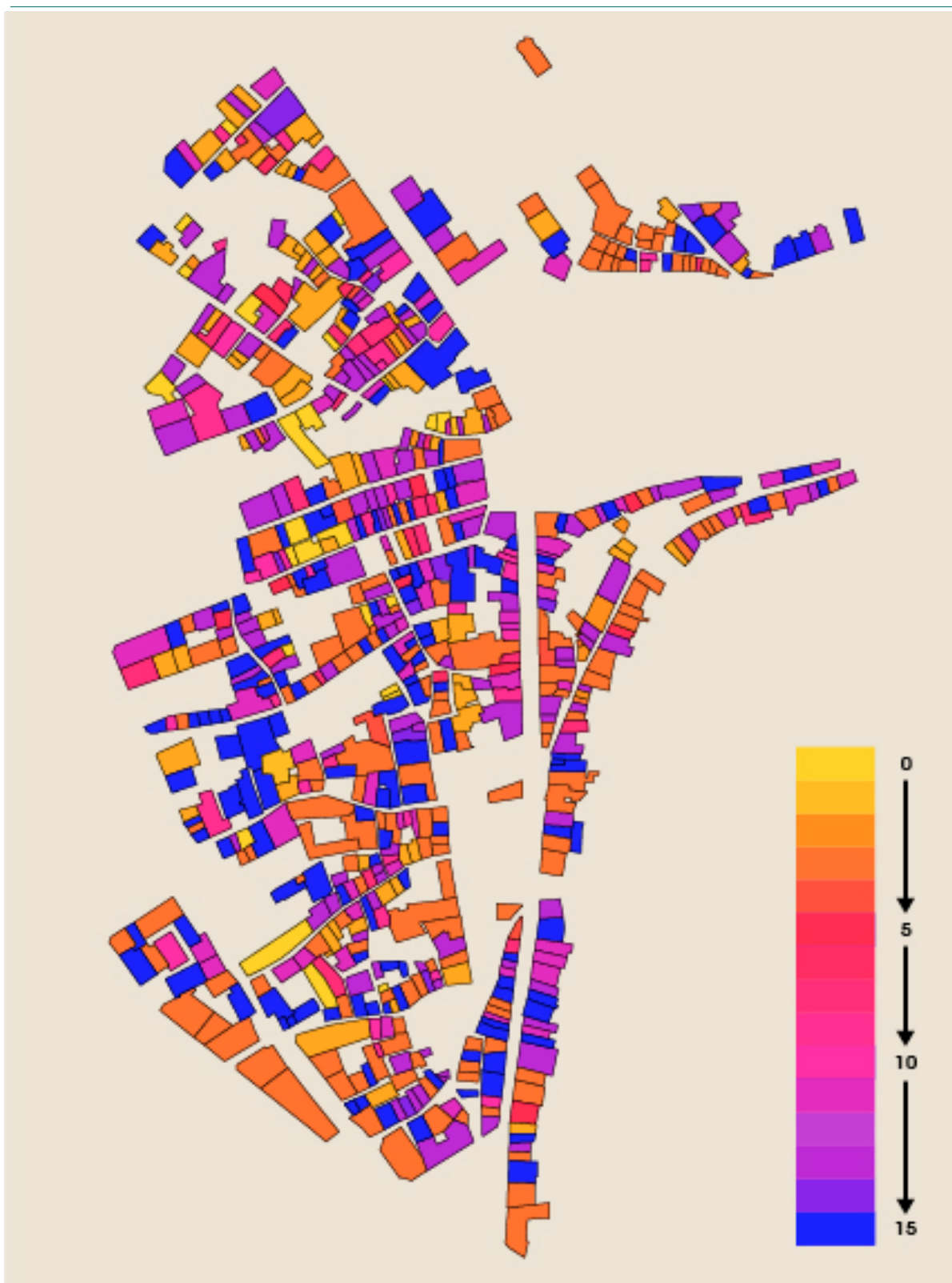
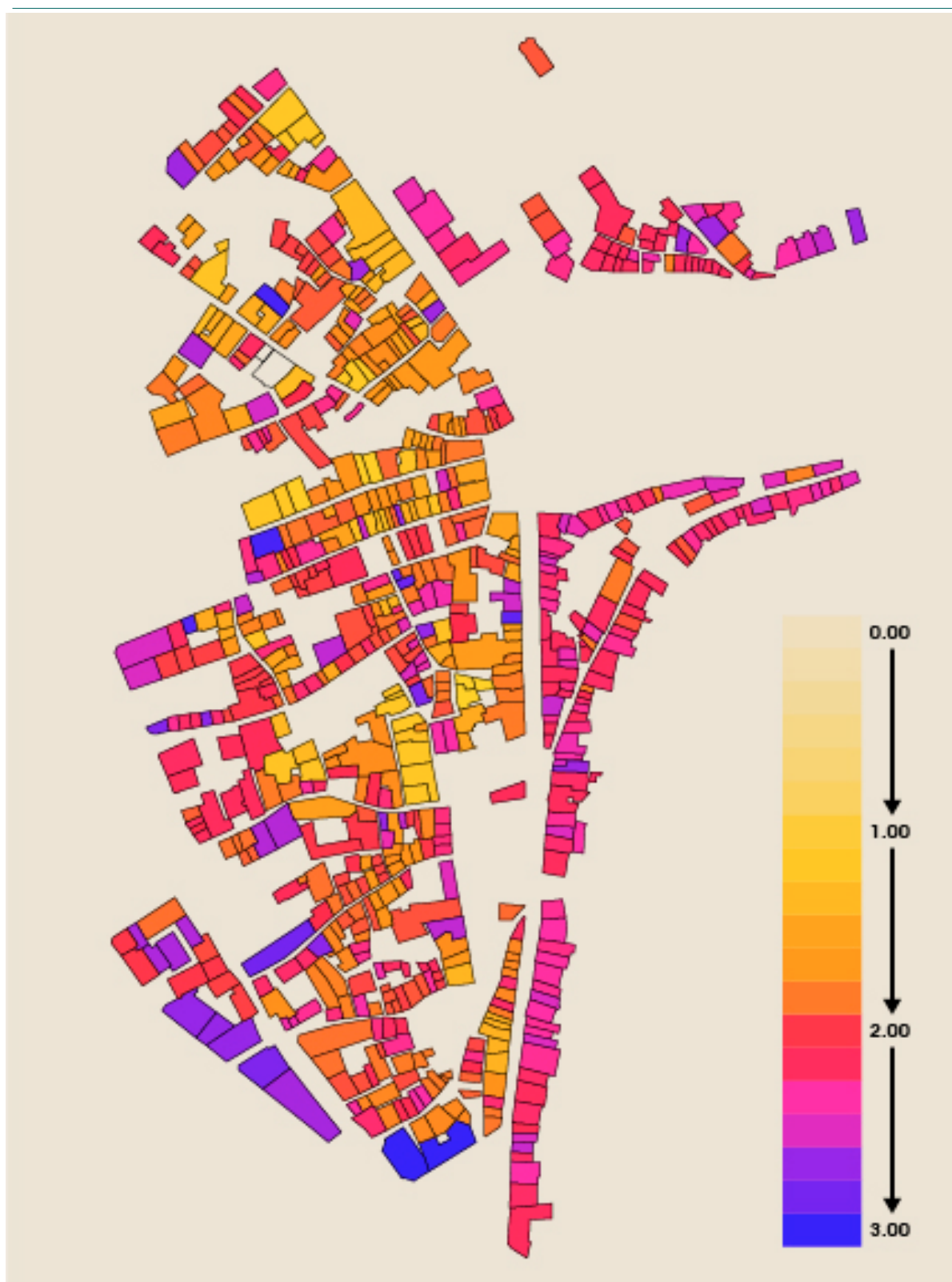


Figura 03.35. Mapa da ARU: representação do atributo A12 - Instalação de telecomunicações ^{ver}
nota de rodapé 1 na pág. 127)



Figura 03.36. Mapa da ARU: representação do atributo A13 - Segurança contra-incêndio ver nota de rodapé 1 na pág. 127



Para se aferir e validar com um grau de confiança substancialmente maior os resultados da aplicação da metodologia proposta, dos atributos seleccionados e da parametrização utilizada (*alternativas de referência*, pesos e limiares), foi também efectuado o cruzamento dos resultados da avaliação com os dados do levantamento dos edifícios (p.ex. o levantamento fotográfico), da qual se apresentam nas figuras Figura 03.37, Figura 03.38, Figura 03.39 e Figura 03.40 alguns exemplos.

03.01.07.03> Comentários finais

O desenvolvimento de uma intervenção de regeneração urbana deverá começar pelo levantamento da situação existente na ARU que permitirá numa fase seguinte efectuar a sua caracterização nas diversas dimensões da RU sustentável (física, económica, social, etc.) - ver secção 02>, pág. 76.

A avaliação dessas dimensões envolve uma análise sistemática e apoiada em critérios bem definidos. A utilização de um sistema integrado de apoio à decisão, que utiliza um ambiente amigável e flexível, que auxilia na manutenção e estruturação da informação, que permite efectuar diferentes tipos de análise sobre a informação (p.ex. estatísticas) e ainda que fornece apoio à decisão suportado em metodologias científicas multicritério, demonstrou ser de muita utilidade na análise e estudo deste tipo de problemas.

Além disso, o ambiente Web-SIG utilizado, ao permitir a visualização de mapas temáticos dos edifícios, possibilitando a geração automática de mapas de características e/ou resultados da aplicação de MAD, é com certeza uma mais-valia na análise e percepção da variação espacial de indicadores qualitativos e quantitativos da zona em estudo. Veja-se, por exemplo, na Figura 03.41 o resultado do cruzamento da avaliação das famílias por classe de realojamento (Figura 03.30, pág. 133) com a avaliação do EC dos edifícios (Figura 03.31, pág. 135), que permite obter e visualizar as necessidades efectivas de realojamento (admitindo-se que só será necessário realojar os agregados familiares dos edifícios com EC igual ou inferior a 3).

De facto, os resultados da aplicação das metodologias para avaliação das necessidades de realojamento e do estado de conservação dos edifícios, permitiram-nos uma melhor e mais efectiva caracterização da ARU, fornecendo-nos uma visão mais pormenorizada e clara do seu estado actual e das reais necessidades de intervenção. Estes resultados vão ainda, no caso particular deste trabalho (mas que naturalmente, poderá ser alargado a outros casos de estudo), permitir obter os dados para um modelo multiobjectivo (apresentado no Capítulo 4).

Figura 03.37. Cruzamento dos resultados da avaliação do EC com o levantamento fotográfico dos edifícios: EC 1 e EC 2















Estrutura e paredes de fachada			
			
Cobertura			
			
Sistemas e instalações prediais			
			
Fotografias			
Edifício/ Classe de EC	A001 - EC 1 Ruína	A030 - EC 1 Ruína	A075 - EC 2 Péssimo

Figura 03.38. Cruzamento dos resultados da avaliação do EC com o levantamento fotográfico dos edifícios: EC 2 e EC 3

Estrutura e paredes de fachada			
			
Cobertura			
			
Escadas e elementos de compartimentação interior			
			
Sistemas e instalações prediais			
			
Fotografias			
Edifício/ Classe de EC	A414 - EC 2 Péssimo	A025 - EC 3 Mau	A457 - EC 3 Mau

Figura 03.39. Cruzamento dos resultados da avaliação do EC com o levantamento fotográfico dos edifícios: EC 4 e EC 5

Estrutura e paredes de fachada			
			
Cobertura			
			
Escadas e elementos de compartimentação interior			
			
Sistemas e instalações prediais			
			
Fotografias			
Edifício/ Classe de EC	A192 - EC 4 Médio	A284 - EC 4 Médio	A627 - EC 5 Bom

Figura 03.40. Cruzamento dos resultados da avaliação do EC com o levantamento fotográfico dos edifícios: EC 5 e EC 6

Estrutura e paredes de fachada			
			
Cobertura			
			
Escadas e elementos de compartimentação interior			
			
Sistemas e instalações prediais			
			
Fotografias			
Edifício/ Classe de EC	A536 - EC 5 Bom	A579 - EC 6 Excelente / Novo	A126 - EC 6 Excelente / Novo

Figura 03.41. Mapa da ARU: Necessidades efectivas de realojamento (agregados familiares por tipo de realojamento vs edifício com EC igual ou inferior a 3) ver nota de rodapé 1 na pág. 127)

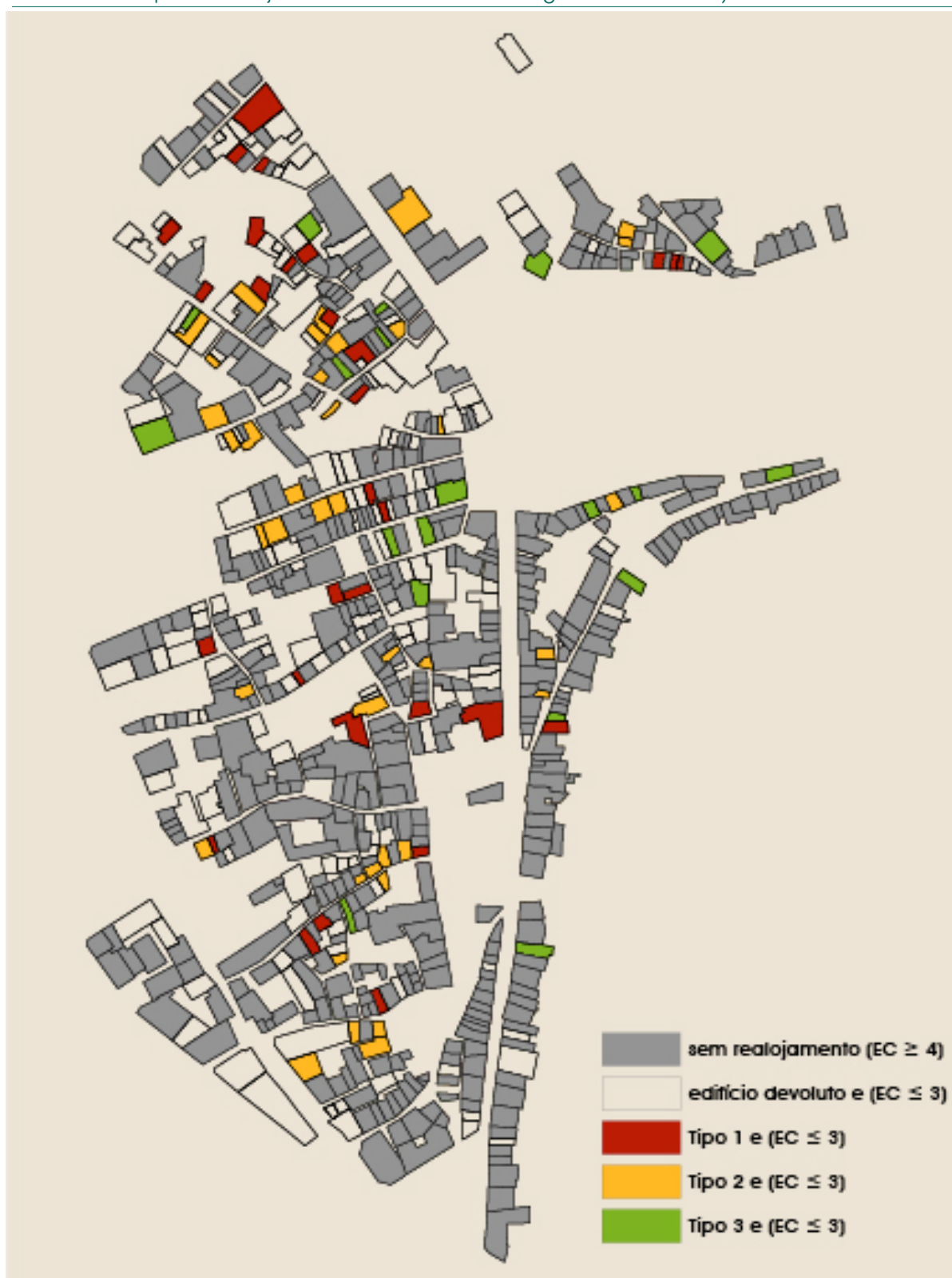


Figura 03.42. *Mappa thopografico da cidade de Coimbra com a divizão das antigas freguezias* - séc. XVIII (inventário do Instituto Geográfico Português - Inv. N.º CA 391)



Figura 03.43. Planta topográfica de Coimbra de Wagner & Debes - 1901 (colecção Professor Nabais Conde)

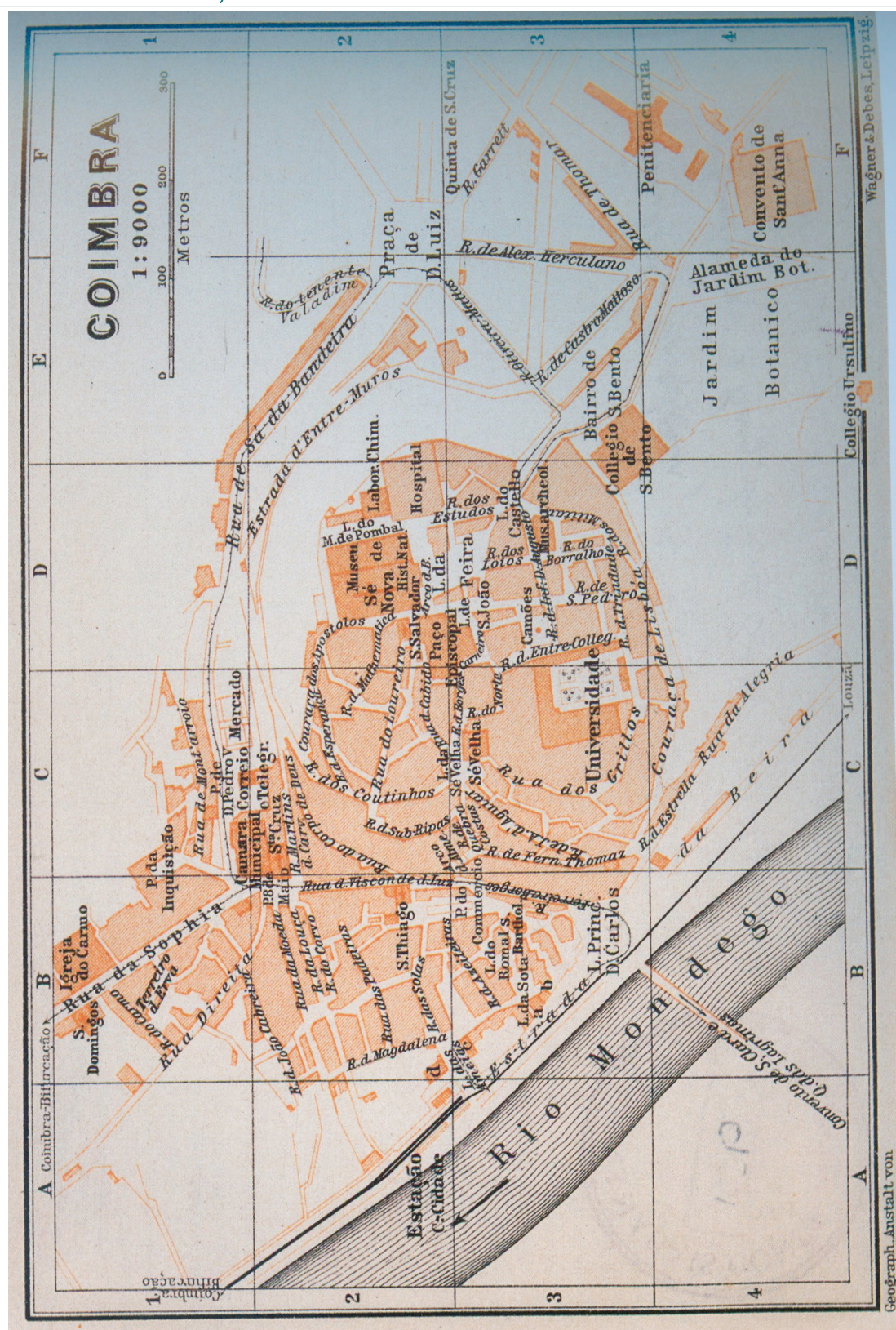


Figura 03.44. Coimbra e arredores, Impressa da Universidade - 1927 (colecção Professor Santiago Faria)

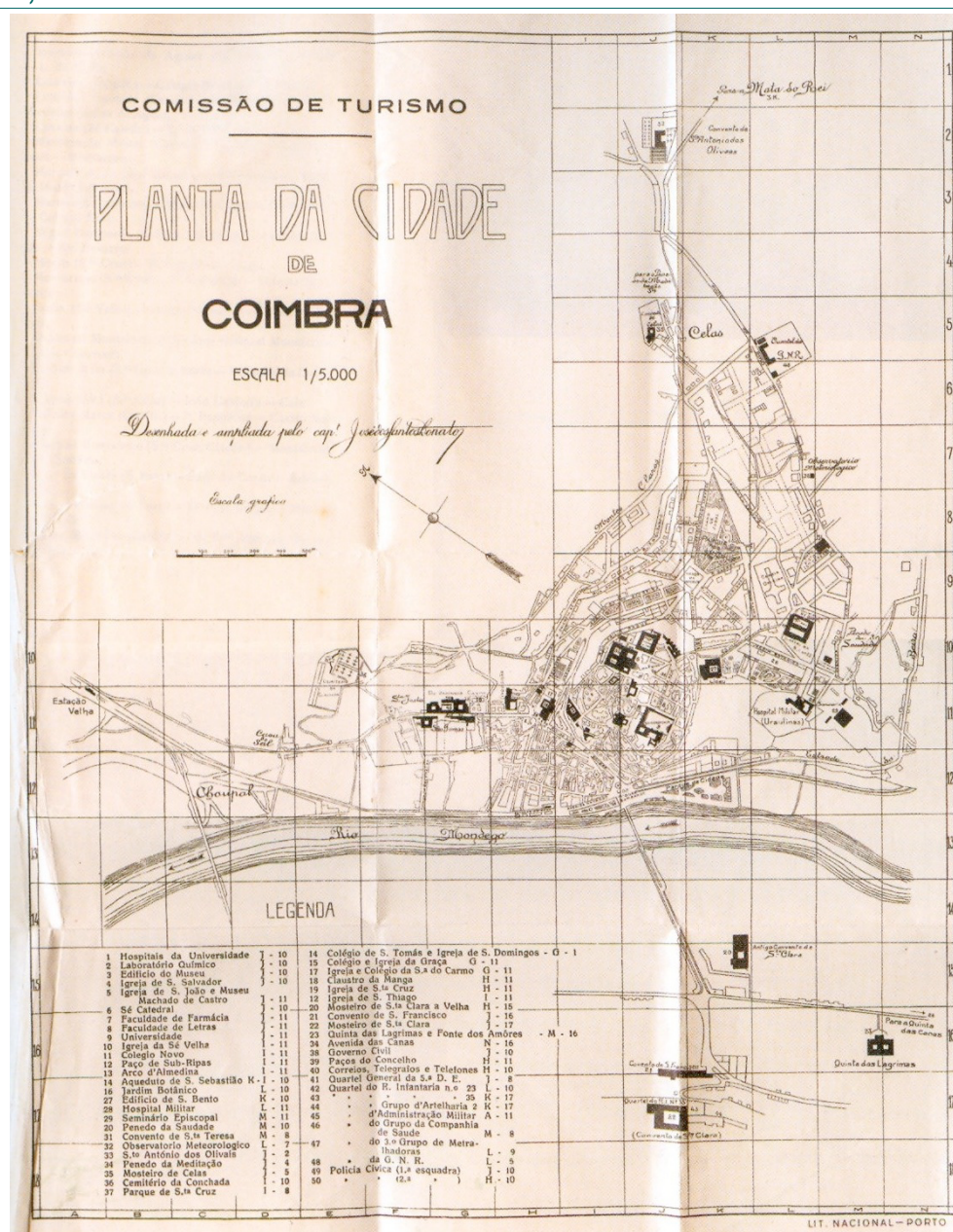


Figura 03.45. Coimbra - Guia de Portugal, Biblioteca Nacional de Lisboa - 1944 (colecção Professor Nabais Conde)



C > 04

o modelo multiobjectivo

01 > O modelo matemático

01.01 > Introdução

De acordo, com o descrito no Capítulo 3, o modelo que agora se apresenta foi desenvolvido de modo a permitir determinar a sequência de implementação das Unidades de Intervenção - UI (ou zonas) - Figura 04.01 - que melhor responde aos seguintes objectivos:

- 1) **Minimizar as necessidades de financiamento:** assim, pretende-se que a sequência de implementação das UI) permita minorar não só o custo inicial de arranque da intervenção (necessidade de financiamento) mas também a necessidade de financiamento de cada uma das fases seguintes, tendo em conta os proveitos obtidos à medida que as áreas já intervencionadas vão sendo comercializadas;
- 2) **Maximizar a adequação do realojamento:** quando uma determinada zona está a ser reabilitada os seus residentes terão que ser realojados (eventualmente provisoriamente). Considerando que poderão existir várias soluções (tipos) para esse realojamento (na própria área de reabilitação urbana; em outro local; indemnização sem realojamento; etc.), pretende-se que o realojamento da população dessa zona seja efectuado da forma mais adequada, tendo em conta as características individuais dos habitantes (idade, estado de saúde, rendimento, antiguidade na ARU, etc.) e as várias alternativas possíveis.
- 3) **Maximizar a eficiência do esforço de reabilitação:** tendo em conta o estado actual dos edifícios e o nível de reabilitação que se pretende atingir para estes (sendo a diferença entre os dois designado "Esforço de Intervenção"), pretende-se que a ordem de implementação das UI (ou subzonas dentro de cada uma delas) permita que a eficiência do "Esforço de Intervenção" seja maximizada, isto é, que seja dada prioridade à reabilitação das UI em que os edifícios apresentam um pior estado de conservação.

01.02> Variáveis e parâmetros

Antes de explicitarmos o modelo matemático, vamos primeiro apresentar e descrever cada um dos parâmetros e variáveis que o compõem.

Z - número de unidades de intervenção (UI) ou zonas de intervenção (ver Capítulo 2, 03.04.02.03>, página 58); parâmetro inteiro;

Devido à extensão total que normalmente tem uma ARU, e consequentes dificuldades e impactos (logísticos, ambientais, económicos e sociais) de um intervenção simultânea em toda a ARU, admite-se de acordo com o previsto no RJRU (ver página 58), que a intervenção de reabilitação se processa por zonas (ou sectores) - as atrás referidas UI.

J - número de tipos de "realojamento"; parâmetro inteiro;

Considerando que nos edifícios onde o nível de intervenção a efectuar impede a permanência dos moradores no seu interior, são admitidas diferentes soluções (tipos) para o seu "realojamento". Assim, e para a aplicação ao caso de estudo, foram definidos três tipos (a saber: "realojamento obrigatório na Baixa", "realojamento sem restrição de local" e "indenização sem realojamento").

p_i - população residente na zona i a ser realojada; Z parâmetros inteiros;

População residente em cada uma das UI, para a qual é necessário prever o seu realojamento. Este parâmetro foi calculado levando em consideração o estado de conservação dos edifícios e o consequente grau de intervenção de reabilitação a efectuar. Assim, na aplicação ao caso de estudo, foi admitido que só será necessário realojar moradores de edifícios sujeitos a obras de reabilitação que impeçam a permanência dos moradores no seu interior (reabilitação profunda; reabilitação excepcional; e demolição e construção).

d_i - número de lugares disponíveis para realojamento na zona i ; Z parâmetros inteiros;

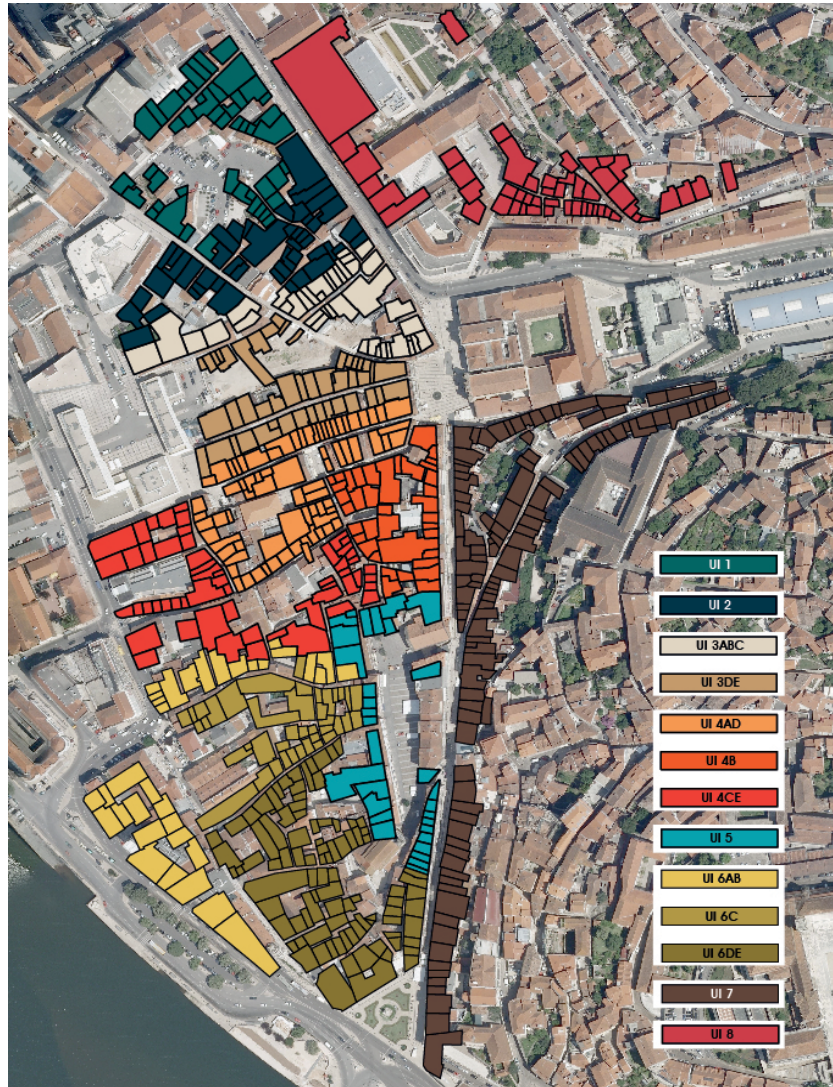
Este parâmetro foi calculado levando em consideração o estado de conservação dos edifícios. Assim, foi admitido que só serão opções de realojamento as fracções devolutas de edifícios cujo EC seja igual ou superior a 4 ("Médio").

a_i - representa a área a reabilitar na zona i , aqui admitida como o somatório da área dos pavimentos de todos os edifícios da zona i (a reabilitar, reconstruir e/ou ampliar); Z parâmetros reais não negativos;

Note-se que no caso em estudo, é admitida a possibilidade de ampliação (isto é, área a reabilitar superior à área original do imóvel), para os edifícios cujo estado de conservação é igual a 1 (em ruína). Assim, neste edifícios foi admitido que o número de andares poderá ser aumentado para a moda da respectiva rua.

Figura 04.01.

Planta da área de reabilitação urbana (ARU) com os limites das UI



c_i - é o montante necessário para a executar a reabilitação dos edifícios da zona i ; Z parâmetros reais não negativos;

Este montante foi calculado através do produto da área de pavimento de cada imóvel (actual ou ampliada) e do custo de intervenção estimado para colocar o edifício com o nível de qualidade estipulado para a operação de reabilitação (ver Capítulo 3, secção 03.01.07.02>, página 134).

e_i - representa o densidade média de intervenção na zona i ; Z parâmetros reais não negativos;

Foi estimado ponderando o esforço de intervenção em cada edifício - tipo de obras necessárias para colocar o edifício com o nível de qualidade estipulado para a operação de regeneração - pela a sua área de pavimento (após intervenção).

g_i - representa o esforço médio da intervenção na zona i ; Z parâmetros reais não negativos; é dado por:

$$[Eq. 04.34] \quad g_i = a_i \cdot e_i$$

G_i - Representa o retorno financeiro na sequência da intervenção de reabilitação na zona i , obtido pela venda ou arrendamento dos imóveis reabilitados; Z parâmetros reais não negativos;

No caso em estudo, este valor foi estimado com base nos valores médios (actuais) de venda e/ou arrendamento de imóveis na zona. Saliente-se, que deste modo se está a optar, propositadamente, por uma atitude conservadora, uma vez que se despreza o potencial de valorização da zona ao longo da intervenção de reabilitação.

Para o caso em estudo, foram ainda efectuadas variantes no cálculo deste valor, que combinam duas alternativas para estimativa do valor total dos proveitos (cenário 1 - em que apenas são considerados os proveitos resultantes da comercialização dos imóveis devolutos; e cenário 2 - em que se admite também os proveitos resultantes da comercialização de imóveis não devolutos) e também, duas alternativas para a estimativa da evolução das "vendas" ao longo da intervenção de reabilitação (ver secção "01.06> A "curva de vendas"", pág. 162).

o_{in} - variáveis binárias que tomam o valor 1 (um) se a zona i for regenerada na posição de ordem n ; $i, n = 1, 2, \dots, Z$; Z^2 variáveis;

Uma vez que se admite que a intervenção de reabilitação se processa por zonas (UI) e de forma sequencial, a questão que o problema aborda é a ordem j pela qual as várias UI devem ser regeneradas de forma a otimizar um conjunto de objectivos - modelo multiobjectivo.

R - é o montante máximo que a entidade responsável pelo projecto necessita de disponibilizar ("ter em caixa") para executar a intervenção de reabilitação; variável real e não-negativa (e objectivo);

O valor de R é calculado para cada uma das fases do projecto (início da intervenção, em cada uma das Z zonas de reabilitação). Assim, o montante máximo de R é aquele que dá sustentabilidade financeira ao projecto. Como veremos, mais à frente (secção 01.03>, página 156) um dos objectivos do modelo que aqui se apresenta, é estabelecer a sequência de intervenção nas Z zonas de modo a minimizar este valor.

α_{ij} - é a fracção dos habitantes da zona i que necessitam de realojamento e serão realojados pelo tipo de realojamento j ; $Z \cdot J$ variáveis reais (no intervalo $[0, 1]$);

$C^{(r)}_{ij}$ - é o custo de realojamento pelo tipo j de um habitante da zona i ; $Z \cdot J$ variáveis reais e não-negativas;

No caso em estudo, foram admitidos três tipos de "realojamento": "realojamento obrigatório no interior da área de intervenção", em que os custos de "realojamento" apenas contemplam um montante para suportar os custos de mudança de imóvel; "realojamento sem restrição de local", em que os custos de realojamento foram estimados em função do acréscimo de custo necessário para suportar a renda noutra local durante o período de intervenção; e "indenização sem realojamento", cujo valor médio foi estimado com base nas regras definidas na Lei n.º 31/2012, de 14 de Agosto [136].

β_{inj} - variável auxiliar real não negativa; representa a fracção dos habitantes da zona i reabilitada na ordem n a ser realojados pelo tipo de realojamento j . No caso de a zona i não ser intervencionada na ordem n , $\beta_{inj}=0$. β_{inj} é dado por,

$$[\text{Eq. 04.35}] \quad \beta_{inj} = o_{in} \cdot \alpha_{ij}$$

que equivale a:

$$[\text{Eq. 04.36}] \quad \beta_{inj} = \begin{cases} \alpha_{ij} & \text{se } o_{in} = 1 \\ 0 & \text{se } o_{in} = 0 \end{cases}$$

A expressão [Eq. 04.35] é não linear. A razão de ser destas variáveis β_{inj} é exactamente contornar essa não linearidade. De facto, a [Eq. 04.36] pode ser traduzida por restrições lineares (ver [rest. 4] e [rest. 5]).

01.03> Objectivo 1

O primeiro objectivo consiste em minimizar o montante financeiro R de "sustentabilidade financeira" de todo o projecto de regeneração urbana, ou seja, o maior dos valores a ter "em caixa" aquando do início de cada fase ou UI.

Esses valores, resultam da diferença entre todos os custos suportados até ao fim de cada UI (incluindo esta) e as receitas financeiras obtidas até ao seu início.

Assim, o primeiro objectivo do modelo desenvolvido e aqui apresentado é minimizar o valor máximo de R ,

$$[\text{obj. 1}] \quad \min R$$

Sujeita às seguintes restrições,

- 1) cada zona i é regenerada uma única vez e numa determinada ordem m , (Z restrições),

$$[\text{rest. 1}] \quad \sum_{n=1}^Z o_{in} = 1 \quad , \quad i = 1, \dots, Z$$

2) qualquer que seja a ordem, n , (aqui também designada por "slot") apenas uma e só uma zona i é regenerada (Z restrições),

$$[\text{rest. 2}] \quad \sum_{i=1}^Z o_{in} = 1 \quad , \quad n = 1, \dots, Z$$

3) o conjunto das J tipos de realojamento é exaustiva (Z restrições),

$$[\text{rest. 3}] \quad \sum_{j=1}^J \alpha_{ij} = 1 \quad , \quad i = 1, \dots, Z$$

4) restrições relativas às variáveis β_{inj} . $Z \cdot J$ e Z^2 restrições:

$$[\text{rest. 4}] \quad \sum_{n=1}^Z \beta_{inj} = \alpha_{ij} \quad , \quad i = 1, \dots, Z \quad , \quad j = 1, \dots, J$$

$$[\text{rest. 5}] \quad \sum_{j=1}^J \beta_{inj} \leq o_{in} \quad , \quad i, n = 1, \dots, Z$$

5) em cada ordem m de regeneração as necessidades de realojamento a serem suportadas pelo 1.º tipo de realojamento ("realojamento obrigatório no interior da área de intervenção") não podem exceder o número de vagas de realojamento disponíveis nas zonas ainda não regeneradas (Z restrições),

$$[\text{rest. 6}] \quad \sum_{i=1}^Z p_i \cdot \beta_{in1} \leq \sum_{m=n}^Z \sum_{i=1}^Z d_i \cdot o_{im} \quad , \quad n = 1, \dots, Z$$

6) sendo o objectivo 1 do tipo *min-max* (isto é, minimiza o maior dos R) (Z restrições),

$$[\text{rest. 7}] \quad \sum_{n=1}^m \sum_{i=1}^Z o_{in} \cdot c_i + \sum_{n=1}^m \sum_{i=1}^Z \sum_{j=1}^J c_{ij}^{(r)} \cdot p_i \cdot \beta_{inj}$$

$$- \sum_{i=1}^Z \sum_{n=1}^Z o_{in} \cdot \sigma_i \cdot (m - n) \cdot G_i \leq R \quad , \quad m = 1, \dots, Z$$

em que $\sigma_i(m-n)$, é a fracção de G_i no instante inicial da intervenção de ordem m quando a zona i foi reabilitada na ordem n (ver "01.06 > A "curva de vendas"", pág. 162). No membro esquerdo da [rest. 7], e para cada ordem m de reabilitação, temos os custos totais da intervenção (incluindo os custos de realojamento) até à UI de ordem m , descontados das receitas entretanto realizadas (saldo líquido).

01.04> Objectivo 2

Como já atrás foi referido, pode acontecer que para certos tipos de população haja toda a vantagem (ou mesmo interesse dos próprios) de o realojamento não ser efectuado na área de intervenção ou ainda que, em determinadas fases de execução da operação de regeneração, as vagas para realojamento disponíveis na área sejam em número inferior às necessidades efectivas de realojamento. Se, a segunda questão pode tornar imperiosa a existência de vários tipos de realojamento, a primeira torna-a conveniente.

Assim, por exemplo, para pessoas idosas e/ou há muitos anos a morar numa determinada zona de intervenção (bem como, eventuais acompanhantes) provavelmente não será indicado optar pela oferta de indemnização, sendo de preferir o realojamento no interior da área de intervenção. Já para os moradores mais jovens, que trabalham longe da área de intervenção e que tenham demonstrado preferência por mudar o seu local de residência (eventualmente para próximo do local de trabalho) poderá ser benéfico optar pela "saída com indemnização".

Deste modo, a população foi agrupada por tipos (K "tipos de população"), sendo,

φ_{ik} - a fracção da população a realojar na zona i que pertence ao tipo de população k ; $Z.K$ parâmetros reais não negativos.

Uma vez que, poderá haver interesse em efectuar alguma "segregação" do realojamento, no sentido de atribuir, a cada tipo de população, uma sequência de prioridades para os diferentes tipos de realojamento, definimos um segundo objectivo, que corresponde ao melhor ajuste daquelas prioridades de realojamento, tendo em conta as disponibilidades de realojamento.

π_{kj} - é a importância que se dá à possibilidade de realojamento da população do tipo k segundo o tipo j (na própria ARU; em outro local; indemnização sem realojamento; etc.); $C.Z$ parâmetros reais;

O seu valor será 0 se esta possibilidade não constituir qualquer restrição. Para contornar não linearidades no modelo, e tal como função similar às variáveis β_{inj} , temos as $Z.J.K$ variáveis "auxiliares" φ'_{ikj} , reais não negativas.

φ'_{ikj} - fracção da população da zona i , do tipo k , a ser realojada pela alternativa j ; $Z.J.K$. variáveis reais.

E as restrições associadas:

$$[\text{rest. 8}] \quad \sum_{j=1}^J \varphi'_{ikj} = \varphi_{ik} \quad , \quad i = 1, \dots, Z \quad , \quad k = 1, \dots, K$$

$$[\text{rest. 9}] \quad \sum_{k=1}^K \varphi'_{ikj} = \alpha_{ij} \quad , \quad i = 1, \dots, Z \quad , \quad j = 1, \dots, J$$

Aqui chegados, temos o 2.º objectivo:

$$[\text{obj. 2}] \quad \max \frac{1}{P} \cdot \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \left(\pi_{kj} \cdot \sum_{i=1}^Z p_i \cdot \varphi'_{ikj} \right)$$

em que:

$$[\text{Eq. 04.37}] \quad P = \sum_{i=1}^Z p_i$$

01.05> Objectivo 3

Pretende-se, ainda, considerar um outro objectivo que é a maximização da eficiência do "Esforço de Intervenção", procurando-se, por isso dar prioridade à reabilitação das UI em que os edifícios apresentam um pior estado de conservação. Para tal, na modelação matemática deste objectivo estudamos duas versões alternativas (que designamos de *Med* e *MinMax*), as quais vamos agora descrever.

01.05.01> Versão Med

Seja,

$$[\text{Eq. 04.38}] \quad g_i = a_i \cdot e_i$$

o que aqui designamos por "esforço de intervenção". Então, se considerarmos o conjunto ordenado,

$$[\text{Eq. 04.39}] \quad S = \{g_{i_1}, g_{i_2}, \dots, g_{i_Z}\}, g_{i_1} < g_{i_2} < \dots < g_{i_Z}$$

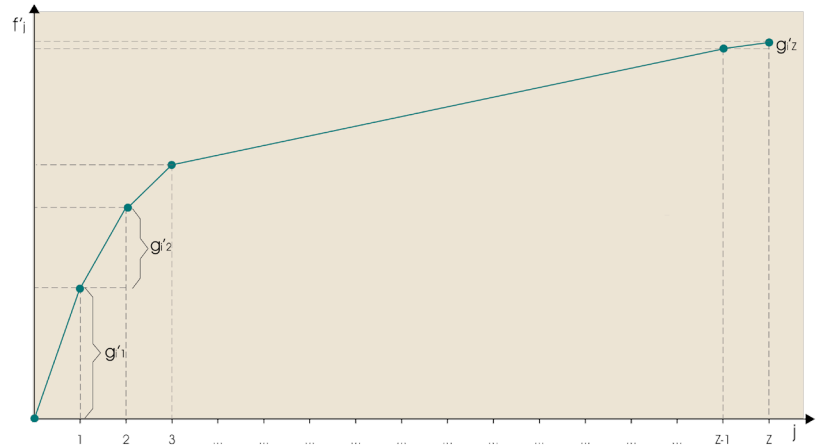
a função,

$$[\text{Eq. 04.40}] \quad f_j = \sum_{l=1}^J g_{i_l}$$

representa o "esforço de intervenção" acumulado ideal, ou seja, o "esforço de intervenção" ao longo de todo o projecto de regeneração, que resulta da sequência de execução da UI que permite maximizar a eficiência do "esforço de intervenção" (isto é, que dá prioridade à execução das UI onde o "esforço de intervenção" é maior).

Figura 04.02.

"Esforço de intervenção" ideal



Seja agora a ordem (ou sequência) de intervenção estabelecida pela matriz $[o_{ij}]$ do modelo. A esta matriz (ou sequência de intervenção) vai corresponder uma função "grau de intervenção acumulado" $f_j, j = 1, \dots, Z$:

$$[Eq. 04.41] \quad f_j = \sum_{l=1}^j \sum_{i=1}^Z o_{li} \cdot g_i$$

Como f'_j é a curva que corresponde à sequência ideal para maximizar a eficiência do "esforço de intervenção",

$$[Eq. 04.42] \quad f'_j \geq f_j, \quad j = 1, \dots, Z$$

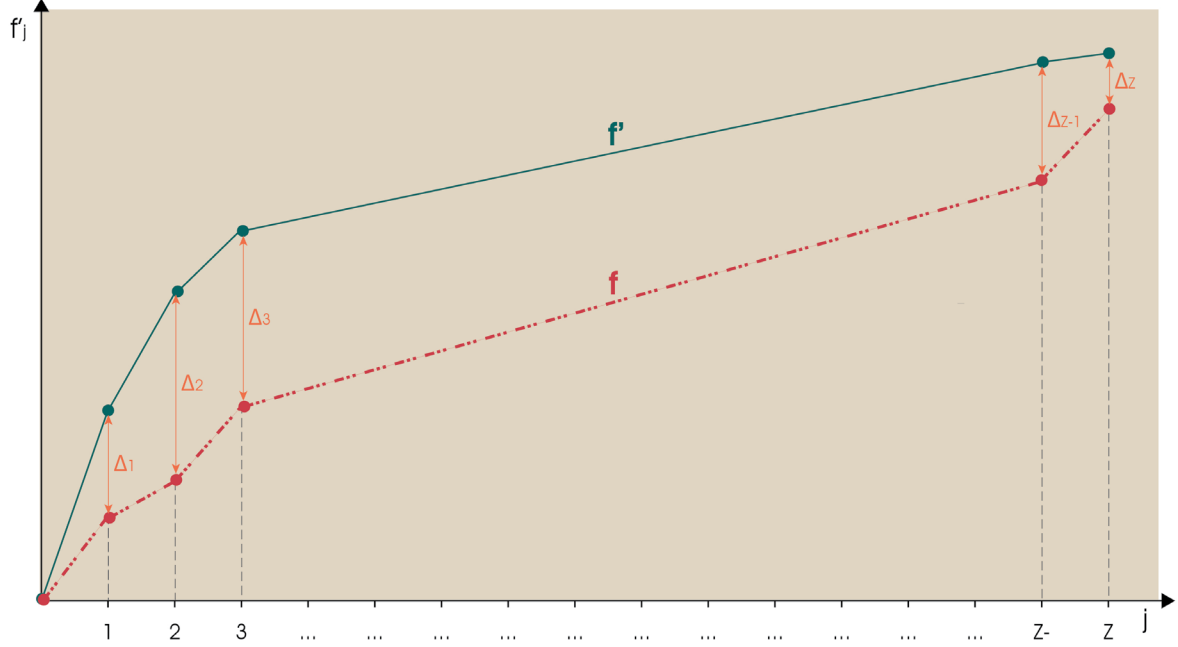
Temos assim, a função Δ_j ,

$$[Eq. 04.43] \quad \Delta_j = f'_j - f_j, \quad j = 1, \dots, Z$$

e a função da média das diferenças (entre curvas) acumuladas,

$$[Eq. 04.44] \quad D_j = \frac{1}{J} \cdot \sum_{m=1}^j \Delta_m = \frac{1}{J} \cdot \sum_{m=1}^j f'_m - \frac{1}{J} \cdot \sum_{m=1}^j f_m$$

Figura 04.03. "Esforço de intervenção" vs "Esforço de intervenção" ideal



mas,

$$\begin{aligned}
 \text{[Eq. 04.45]} \quad \sum_{m=1}^j f_m &= \sum_{m=1}^j \sum_{l=1}^j \sum_{i=1}^Z o_{il} \cdot g_i = \\
 &= \overbrace{\sum_{i=1}^Z o_{i1} \cdot g_i}^{m=1} + \dots + \overbrace{\sum_{i=1}^Z o_{i1} \cdot g_i + \sum_{i=1}^Z o_{i2} \cdot g_i + \sum_{i=1}^Z o_{i3} \cdot g_i}^{m=3} + \dots \\
 &= j \cdot \sum_{i=1}^Z o_{i1} \cdot g_i + (j-1) \cdot \sum_{i=1}^Z o_{i2} \cdot g_i + \dots + \sum_{i=1}^Z o_{ij} \cdot g_i \\
 &= \sum_{l=1}^j (j-l+1) \cdot \sum_{i=1}^Z o_{il} \cdot g_i
 \end{aligned}$$

E assim, teremos o 3.º objectivo do modelo,

$$\begin{aligned}
 \text{[obj. 3]} \quad \min D_z &= \frac{1}{Z} \cdot \sum_{m=1}^Z f'_m - \frac{1}{Z} \cdot \sum_{m=1}^Z f_m \\
 &= \frac{1}{Z} \cdot \sum_{m=1}^Z f'_m - \frac{1}{Z} \cdot \sum_{l=1}^Z (Z-l+1) \cdot \sum_{i=1}^Z o_{il} \cdot g_i
 \end{aligned}$$

Este objectivo minimiza a diferença média entre vértices das duas curvas, a ideal f' e a "real" f que resulta da sequência de intervenção definida pelo modelo, efectuando na prática o ajuste (ou aproximação) entre estas.

No entanto, esta aproximação poderá em alguns casos não ser a óptima porque o cálculo da média tem implícito um "mecanismo" compensatório. Isto, é, um desvio eventualmente maior num determinado vértice j poderá ser compensado por desvios menores em outros vértices, daí a oportunidade de desenvolver uma versão alternativa (apresentada a seguir) para o objectivo 3.

01.05.02> Versão MinMax

Procurou-se, nesta versão, outra forma linear de analisar os ajuste entre as duas poligonais (f' e f), que consistirá na minimização da diferença máxima entre vértices das duas curvas, a ideal f' e a "real" f . Teremos por isso, uma versão alternativa para o objectivo 3.

Para tal, considerando-se as Z restrições,

$$[\text{Eq. 04.46}] \quad \Delta_j \leq M, \quad j = 1, \dots, Z$$

o objectivo 3 (nesta versão do modelo) será,

$$[\text{obj. 3}] \quad \min M$$

com,

$$[\text{Eq. 04.47}] \quad M = \max \{ \Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_j \}$$

01.06> A "curva de vendas"

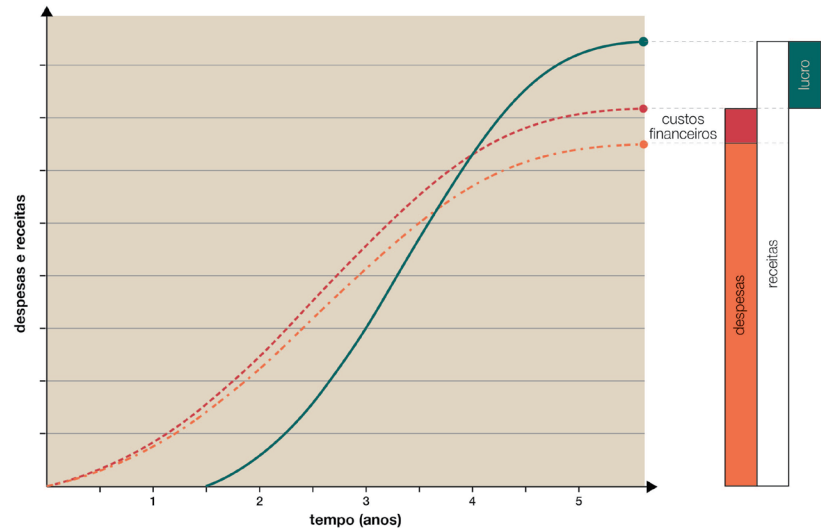
Conforme já referido (ver página 155), o parâmetro G_i representa o retorno financeiro na sequência da intervenção de regeneração na zona i , obtido pela comercialização dos edifícios reabilitados. O seu valor foi estimado com base nos valores médios (actuais) de venda e/ou arrendamento de imóveis na zona.

No entanto, para o modelo desenvolvido não é suficiente conhecer o valor do retorno financeiro, mas também estimar a forma como ele evolui ao longo da intervenção de regeneração. Foi, por isso, necessário definir uma função representativa da evolução das vendas ao longo da intervenção, designando-se esta por "curva de vendas".

A evolução financeira tipo de uma operação imobiliária pode ser representada conforme o definido por Lacaze [205] citado por Granelle [70] e apresentado na Figura 04.04.

Figura 04.04.

Evolução financeira tipo de uma operação imobiliária (adaptado de [205])



Esta evolução é semelhante (em forma de S) à da curva normalizada utilizada pelo USA Army Corps of Engineers [206] citado por Coutinho-Rodrigues [141], dada por:

$$[\text{Eq. 04.48}] \quad \sigma = \text{sen}^2(90 \cdot t)$$

em que, t é o tempo.

Apesar de esta função ser perfeitamente suportada pelo modelo, preferiu-se utilizar uma "curva de vendas" semelhante, mas que:

- 1) Em vez de atingir os 100% das vendas após um certo intervalo de tempo, tendesse assintoticamente para este valor;
- 2) Admitisse a hipótese de se considerar que no início de cada UI já se encontra realizada uma determinada fracção das vendas totais dessa UI;
- 3) permitisse uma fácil calibração dos seus parâmetros.

Uma curva (aqui proposta) que respeita estas condições é a logística. Assim, considerou-se para a "curva de vendas" a função logística, com dois parâmetros, Δ e f , a calibrar (onde t continua a representar o tempo),

$$[\text{Eq. 04.49}] \quad \sigma(t) = \frac{1}{1 + e^{\Delta - ft}}$$

O conhecimento de apenas dois pontos da curva σ permite determinar aqueles dois parâmetros. Para o caso em estudo, escolheram-se:

- 1) A fracção das vendas de uma determinada UI já efectuadas no início da intervenção nessa UI, $\sigma(0) = \sigma_0$;
- 2) O instante em que numa determinada UI (a que se encontra em execução) se atinge os 50% das vendas, $t_{0.5} : \sigma(t_{0.5}) = \sigma_{0.5} = 1/2$

Então, da [Eq. 04.49]:

$$[\text{Eq. 04.50}] \quad \Delta - ft = \ln \frac{1 - \sigma(t)}{\sigma(t)}$$

Logo para $t = t_0 = 0$

$$[\text{Eq. 04.51}] \quad \Delta = \ln \frac{1 - \sigma_0}{\sigma_0}$$

E para $t = t_{0.5}$

$$[\text{Eq. 04.52}] \quad \Delta - ft_{0.5} = \ln \frac{1 - \sigma_{0.5}}{\sigma_{0.5}} = \ln \frac{1 - 1/2}{1/2} = 0$$

Logo, da [Eq. 04.51] e [Eq. 04.52],

$$[\text{Eq. 04.53}] \quad ft_{0.5} = \Delta = \ln \frac{1 - \sigma_0}{\sigma_0}$$

Pelo que,

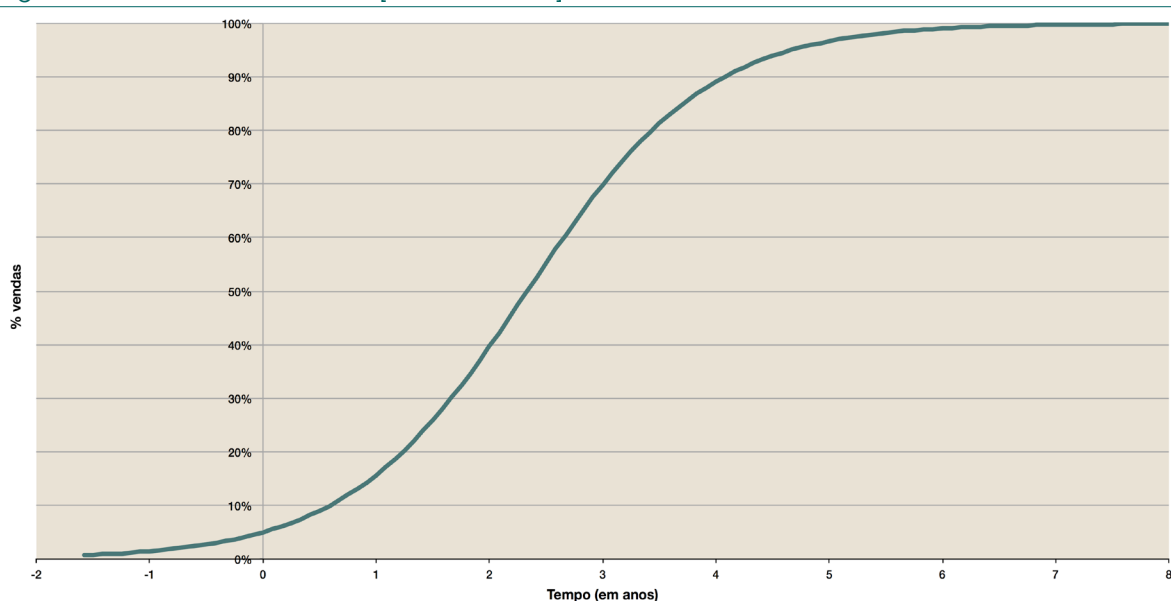
$$[\text{Eq. 04.54}] \quad \begin{cases} \Delta = \ln \frac{1 - \sigma_0}{\sigma_0} \\ f = \frac{1}{t_{0.5}} \cdot \ln \frac{1 - \sigma_0}{\sigma_0} = \frac{\Delta}{t_{0.5}} \end{cases}$$

Como exemplo, num dos cenários experimentados e cujos resultados se apresentarão mais adiante, foram admitidos os seguintes valores: $\sigma_0 = 0.05$ e $t_{0.5} = 28$. Isto é, admitiu-se que no início das obras de uma determinada zona o retorno financeiro já obtido é equivalente a 5% do retorno financeiro total estimado para a zona, e que serão necessários 28 meses (14 meses após a conclusão das obras na zona) para estarem vendidos 50% dos respectivos imóveis.

Apesar do modelo suportar diferentes "curvas de vendas" para os vários "slots", adoptou-se aqui uma curva igual para todos. De notar que na [rest. 7] σ'_i tem por argumento um inteiro. Portanto, no modelo considerou-se que todos os "slots" tinham a mesma duração, T_s . E assim, ficamos com,

$$[\text{Eq. 04.55}] \quad \sigma'_i(k) = \sigma(k \cdot t_s)$$

Figura 04.05. Curva de vendas [5%; 28 meses]



Assim, o valor considerado para o retorno financeiro, resultado de "vendas em fase de projecto", é o equivalente a admitir que no início das obras de uma determinada zona, 20% dos imóveis já estarão vendidos e que já foram pagos 25% do respectivo valor total. Este valor parece-nos perfeitamente aceitável em condições "normais" de mercado [Granelle [70] refere valores médios de pré-comercialização da ordem dos 30%).

Em relação ao $t_{0.5}$, a opção pela utilização do valor de 28 meses no cenário apresentado, teve como base dados disponíveis para o mercado imobiliário português em janeiro de 2013 [207], que apontavam os 16 meses como o tempo médio de absorção do mercado (i.e. o tempo médio que um imóvel demora a ser vendido/alugado desde que é colocado no mercado) para o mercado de venda e 5 meses para o mercado de arrendamento.

Até aqui, a curva σ diz respeito a uma só zona. Portanto, no conjunto do projecto, vamos ter, de facto, uma "curva de vendas" total que será uma soma ponderada das várias "curvas de venda". Com adequada calibração, essa curva terá uma configuração idêntica à da curva traduzida pela [Eq. 04.48].

Para o caso em estudo, foi ainda desenvolvida uma segunda versão do modelo em que a "curva de vendas" é admitida como única para toda a intervenção de regeneração (isto é, para todas as zonas). Esta versão, pressupõe alterações no modelo matemático que permitem

a obtenção da referida curva e também a introdução de duas novas restrições ao modelo multiobjectivo, alterações estas que se vão descrever em detalhe na secção seguinte.

01.07> A "curva de vendas única" para toda a intervenção de regeneração

A "curva de vendas" desenvolvida inicialmente e apresentada na secção anterior, pressupõe que:

- 1) Para cada uma das zonas a regenerar o retorno financeiro resultante da comercialização dos imóveis, segue a mesma "curva de vendas", mas que esta é considerada de forma isolada para cada uma das zonas. A evolução das vendas, é assim, semelhante mas também independente, em cada uma das zonas;
- 2) Ao utilizar-se uma "curva de vendas" para cada uma das zonas, está a admitir-se que tanto a evolução das vendas como o tempo necessário para executar a intervenção de regeneração em cada uma das zonas são iguais.

Assim, pareceu-nos interessante comparar os resultados obtidos, com os de outra "curva" alternativa, em que:

- 1) A evolução do retorno financeiro resultante da comercialização dos imóveis tivesse em consideração o comportamento de todas as zonas da área de intervenção consideradas como um todo (em conjunto);
- 2) Fosse possível considerar valores diferentes para a duração da intervenção de regeneração em cada uma das UI - elasticidade no tempo (p.ex. em função do nível e dimensão da intervenção).

Desenvolveu-se, então, uma nova curva representativa da evolução do retorno financeiro ao longo de toda a intervenção de regeneração - aqui denominada por "curva de vendas única" e representada pela seguinte função,

$$[\text{Eq. 04.56}] \quad \sigma(s) = \frac{1}{1 + e^{\Delta - \tau s}}$$

em que s é o número de ordem em que uma determinada zona é regenerada.

Vem portanto que,

$$[\text{Eq. 04.57}] \quad \Delta - \tau s = \ln\left(\frac{1}{\sigma(s)} - 1\right)$$

Para $s = 0$ (início da intervenção), $\sigma(s) = \sigma(0) = \sigma_0$, em que σ_0 representa a fracção do retorno financeiro já obtido pela comercialização dos imóveis no início da intervenção de regeneração (aqui considerado como o início das obras de regeneração na área de intervenção).

Assim, vem que,

$$[\text{Eq. 04.58}] \quad \Delta = \ln\left(\frac{1}{\sigma_0} - 1\right)$$

Sendo Z o número de zonas a regenerar, para $s = Z$ tem-se, $\sigma(s) = \sigma(Z) = \sigma_z$, em que σ_z representa o do retorno financeiro já obtido pela comercialização dos imóveis até ao início da intervenção na última UI a ser regenerada, vem da [Eq. 04.56]:

$$[\text{Eq. 04.59}] \quad \Delta - \tau Z = \ln\left(\frac{1}{\sigma_z} - 1\right)$$

e portanto,

$$[\text{Eq. 04.60}] \quad \tau = \frac{\Delta - \ln\left(\frac{1}{\sigma_z} - 1\right)}{Z}$$

Concluimos, assim, que com as equações [Eq. 04.57] e [Eq. 04.60] apenas teremos de fornecer ao modelo os parâmetros σ_0 e σ_z , de modo a obter e ajustar a "curva de vendas única" que se pretende utilizar.

Apresenta-se na figura Figura 04.06 o traçado dessa curva para o caso de existirem Z zonas de regeneração em que os parâmetros σ_0 e σ_z tomaram os valores de 5% e 90% respectivamente.

Neste caso a [rest. 7] passa a ser:

$$[\text{rest. 7}] \quad \sum_{n=1}^m \sum_{i=1}^Z o_{in} \cdot c_i + \sum_{n=1}^m \sum_{i=1}^Z \sum_{j=1}^J c_{ij}^{(r)} \cdot p_i \cdot \beta_{inj} \\ - \sigma'(m) \cdot \sum_{i=1}^Z G_i \leq R, \quad m = 1, \dots, Z$$

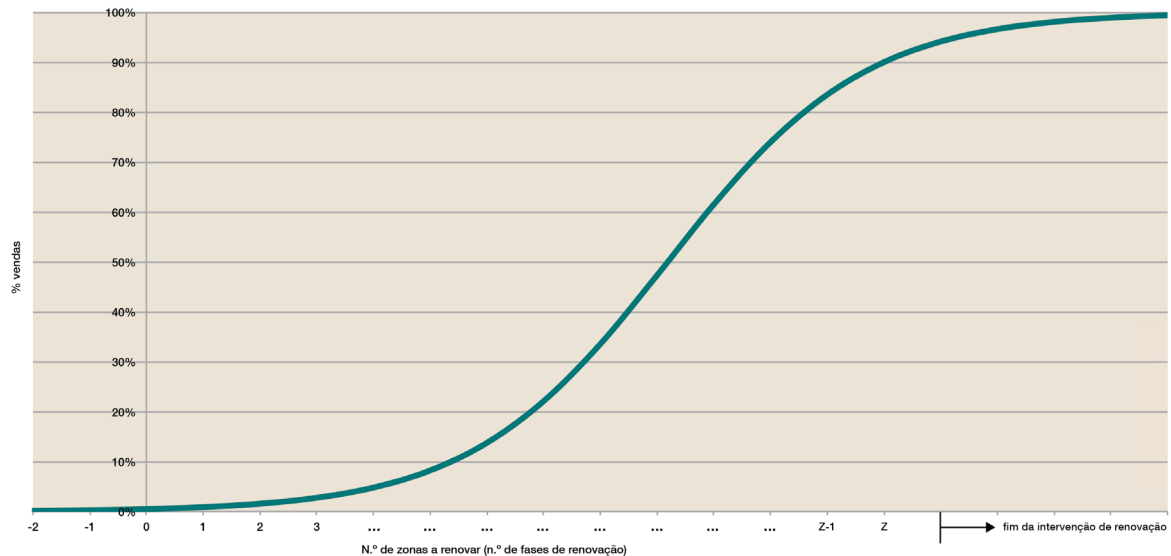
Em que G é receita total das vendas.

Aqui,

$$[\text{Eq. 04.61}] \quad \sigma'(m) = \sigma[(m-1) \cdot t_s]$$

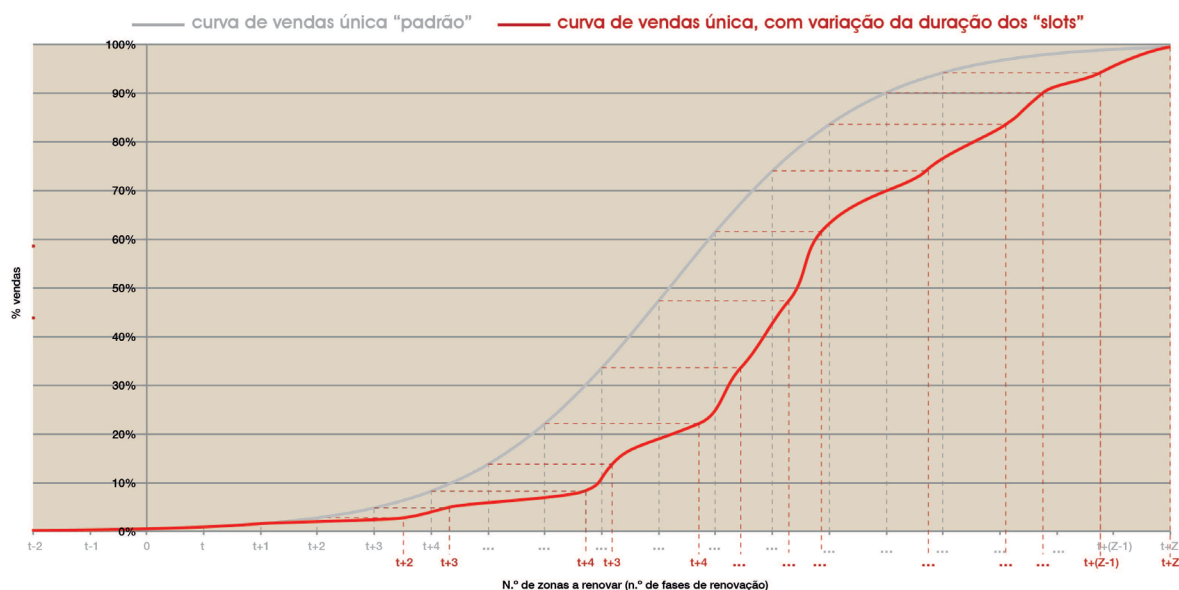
Em que t_s é o tempo de duração admitido para cada um dos "slots".

Figura 04.06. Curva de vendas única [Z zonas; $\sigma_0=5\%$; $\sigma_z=90\%$]



De notar que, a partir do momento em que o argumento de σ^i é inteiro, os tempos t_s de cada "slot" podem ser diferentes, desde que as percentagens de venda nas transições de "slots" tenha o mesmo valor que na "curva padrão" (curva em que as durações dos "slots" são todas iguais). Isto significa que nos "slots" com maior duração se verifica (ou admite) uma diminuição da intensidade das "vendas" - Figura 04.07.

Figura 04.07. Curva de vendas única, com variação das durações dos "slots".



01.08> Apresentação resumida do modelo

Nesta secção apresentam-se de forma resumida as duas versões (Med e MinMax) do modelo matemático multiobjectivo descritas nas secções anteriores com maior detalhe.

Parâmetros e variáveis utilizadas:

- Z - número de unidades de intervenção (UI); parâmetro inteiro;
- J - número de tipos de "realojamento"; parâmetro inteiro;
- p_i - população residente na zona i a ser realojada; Z parâmetros inteiros;
- d_i - número de lugares disponíveis para realojamento na zona i ; Z parâmetros inteiros;
- a_i - área a reabilitar na zona i , aqui admitida como o somatório da área dos pavimentos de todos os edifícios da zona i (a reabilitar, reconstruir e/ou ampliar). Z parâmetros reais não negativos;
- e_i - densidade média de intervenção na zona i ; Z parâmetros reais não negativos;
- g_i - esforço médio da intervenção na zona i (Z parâmetros reais não negativos); é dado por: $g_i = a_i \cdot e_i$;
- c_i - montante financeiro necessário para a executar a reabilitação dos edifícios da zona i ; Z parâmetros reais não negativos;
- G_i - retorno financeiro na sequência da intervenção de reabilitação na zona i , obtido pela comercialização dos imóveis reabilitados; Z parâmetros reais não negativos;
- o_{in} - variáveis binárias que tomam o valor 1 (um) se a zona i for regenerada na posição de ordem n ; $i, n = 1, 2, \dots, Z$; Z^2 variáveis;
- R - montante máximo que a entidade responsável pelo projecto necessita de ter disponível ("em caixa") para executar a intervenção de reabilitação; variável real e não-negativa (e objectivo);
- α_{ij} - fracção dos habitantes da zona i que necessitam de realojamento e serão realojados pelo tipo de realojamento j ; $Z \cdot J$ variáveis reais (no intervalo $[0, 1]$);
- $C^{(r)}_{ij}$ - custo de realojamento pelo tipo j de um habitante da zona i ; $Z \cdot J$ variáveis reais e não-negativas;
- β_{inj} - fracção dos habitantes da zona i reabilitada na ordem n a ser realojados pelo tipo de realojamento j , no caso de a zona i não ser intervencionada na ordem n , $\beta_{inj}=0$; variável auxiliar real não negativa; é dado por $\beta_{inj} = o_{in} \cdot \alpha_{ij}$;

O modelo matemático multiobjectivo é formulado a seguir.

01.08.01 > Versão Med do modelo

Na versão Med do modelo, os três objectivos (minimizar as necessidades de financiamento; maximizar a adequabilidade do realojamento; maximizar a eficiência do esforço de intervenção), são:

$$[\text{obj. 1}] \quad \min R$$

$$[\text{obj. 2}] \quad \max Pri = \frac{1}{P} \cdot \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \left(\pi_{kj} \cdot \sum_{i=1}^Z p_i \cdot \varphi'_{ikj} \right)$$

$$[\text{obj. 3}] \quad \min D_z = \frac{1}{Z} \cdot \sum_{m=1}^Z f_m - \frac{1}{Z} \cdot \sum_{l=1}^Z (Z-l+1) \cdot \sum_{i=1}^Z o_{il} \cdot g_i$$

s.q

$$[\text{rest. 1}] \quad \sum_{n=1}^Z o_{in} = 1 \quad , \quad i = 1, \dots, Z$$

$$[\text{rest. 2}] \quad \sum_{i=1}^Z o_{in} = 1 \quad , \quad n = 1, \dots, Z$$

$$[\text{rest. 3}] \quad \sum_{j=1}^J \alpha_{ij} = 1 \quad , \quad i = 1, \dots, Z$$

$$[\text{rest. 4}] \quad \sum_{n=1}^Z \beta_{inj} = \alpha_{ij} \quad , \quad i = 1, \dots, Z \quad , \quad j = 1, \dots, J$$

$$[\text{rest. 5}] \quad \sum_{j=1}^J \beta_{inj} \leq o_{in} \quad , \quad i, n = 1, \dots, Z$$

$$[\text{rest. 6}] \quad \sum_{i=1}^Z p_i \cdot \beta_{in1} \leq \sum_{m=n}^Z \sum_{i=1}^Z d_i \cdot o_{im} \quad , \quad n = 1, \dots, Z$$

$$[\text{rest. 7}] \quad \sum_{n=1}^m \sum_{i=1}^Z o_{in} \cdot c_i + \sum_{n=1}^m \sum_{i=1}^Z \sum_{j=1}^J c_{ij}^{(r)} \cdot p_i \cdot \beta_{inj} - \sum_{i=1}^Z \sum_{n=1}^Z o_{in} \cdot \sigma_i \cdot (m-n) \cdot G_i \leq R \quad , \quad m = 1, \dots, Z$$

$$[\text{rest. 8}] \quad \sum_{j=1}^J \varphi'_{ikj} = \varphi_{ik} \quad , \quad i = 1, \dots, Z \quad , \quad k = 1, \dots, K$$

$$[\text{rest. 9}] \quad \sum_{k=1}^K \varphi'_{ikj} = \alpha_{ij} \quad , \quad i = 1, \dots, Z \quad , \quad j = 1, \dots, J$$

01.08.02> Versão MinMax do modelo

Na versão MinMax do modelo, os três objectivos (minimizar as necessidades de financiamento; maximizar a adequabilidade do realojamento; maximizar a eficiência do esforço de intervenção), são:

$$[\text{obj. 1}] \quad \min R$$

$$[\text{obj. 2}] \quad \max Pri = \frac{1}{P} \cdot \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \left(\pi_{kj} \cdot \sum_{i=1}^Z p_i \cdot \varphi'_{ikj} \right)$$

$$[\text{obj. 3}] \quad \min M$$

s.a

$$[\text{rest. 1}] \quad \sum_{n=1}^Z o_{in} = 1 \quad , \quad i = 1, \dots, Z$$

$$[\text{rest. 2}] \quad \sum_{i=1}^Z o_{in} = 1 \quad , \quad n = 1, \dots, Z$$

$$[\text{rest. 3}] \quad \sum_{j=1}^J \alpha_{ij} = 1 \quad , \quad i = 1, \dots, Z$$

$$[\text{rest. 4}] \quad \sum_{n=1}^Z \beta_{inj} = \alpha_{ij} \quad , \quad i = 1, \dots, Z \quad , \quad j = 1, \dots, J$$

$$[\text{rest. 5}] \quad \sum_{j=1}^J \beta_{inj} \leq o_{in} \quad , \quad i, n = 1, \dots, Z$$

$$[\text{rest. 6}] \quad \sum_{i=1}^Z p_i \cdot \beta_{in1} \leq \sum_{m=n}^Z \sum_{i=1}^Z d_i \cdot o_{im} \quad , \quad n = 1, \dots, Z$$

$$[\text{rest. 7}] \quad \sum_{n=1}^m \sum_{i=1}^Z o_{in} \cdot c_i + \sum_{n=1}^m \sum_{i=1}^Z \sum_{j=1}^J c_{ij}^{(r)} \cdot p_i \cdot \beta_{inj} - \sum_{i=1}^Z \sum_{n=1}^Z o_{in} \cdot \sigma_i \cdot (m - n) \cdot G_i \leq R \quad , \quad m = 1, \dots, Z$$

$$[\text{rest. 8}] \quad \sum_{j=1}^J \varphi'_{ikj} = \varphi_{ik} \quad , \quad i = 1, \dots, Z \quad , \quad k = 1, \dots, K$$

$$[\text{rest. 9}] \quad \sum_{k=1}^K \varphi'_{ikj} = \alpha_{ij} \quad , \quad i = 1, \dots, Z \quad , \quad j = 1, \dots, J$$

$$[\text{rest. 10}] \quad f_j - \sum_{l=1}^j \sum_{i=1}^Z o_{il} \cdot g_i \leq M \quad , \quad j = 1, \dots, Z$$

C > 05

aplicação do modelo multiobjectivo a um caso real

01 > Introdução

A dimensão espacial e temporal de uma operação de regeneração urbana, cujos impactos económicos, ambientais e sociais ultrapassam frequentemente os limites da própria área geográfica de intervenção, requer por parte dos agentes de decisão uma análise cuidada e detalhada, dos custos e benefícios, das relações complexas e muitas das vezes contraditórias, entre anseios e objectivos, e das consequências das suas decisões.

Uma intervenção numa zona como a que serve de caso de estudo (a "baixa" de Coimbra), com uma área de aproximadamente 15 hectares, mais de 750 edifícios, 1200 fracções residenciais, 1450 fracções destinadas a comércio e/ou serviços e quase 2000 habitantes, tem impactos a serem analisados, ponderados e otimizados. De facto, de acordo com os resultados obtidos, estimamos que a intervenção sobre os cerca de 750 edifícios analisados (dos quais apenas 4% não requerem qualquer tipo de intervenção) - não contabilizando, por isso, intervenções sobre os sistemas, infraestruturas e espaços urbanos - representa 268 mil metros quadrados de construção e um investimento de aproximadamente 120 milhões de Euros. Assim, pela sua magnitude e impactos será expectável (e talvez mesmo, desejável) que a intervenção se processe em várias fases (UI) e que se desenrole por alguns anos.

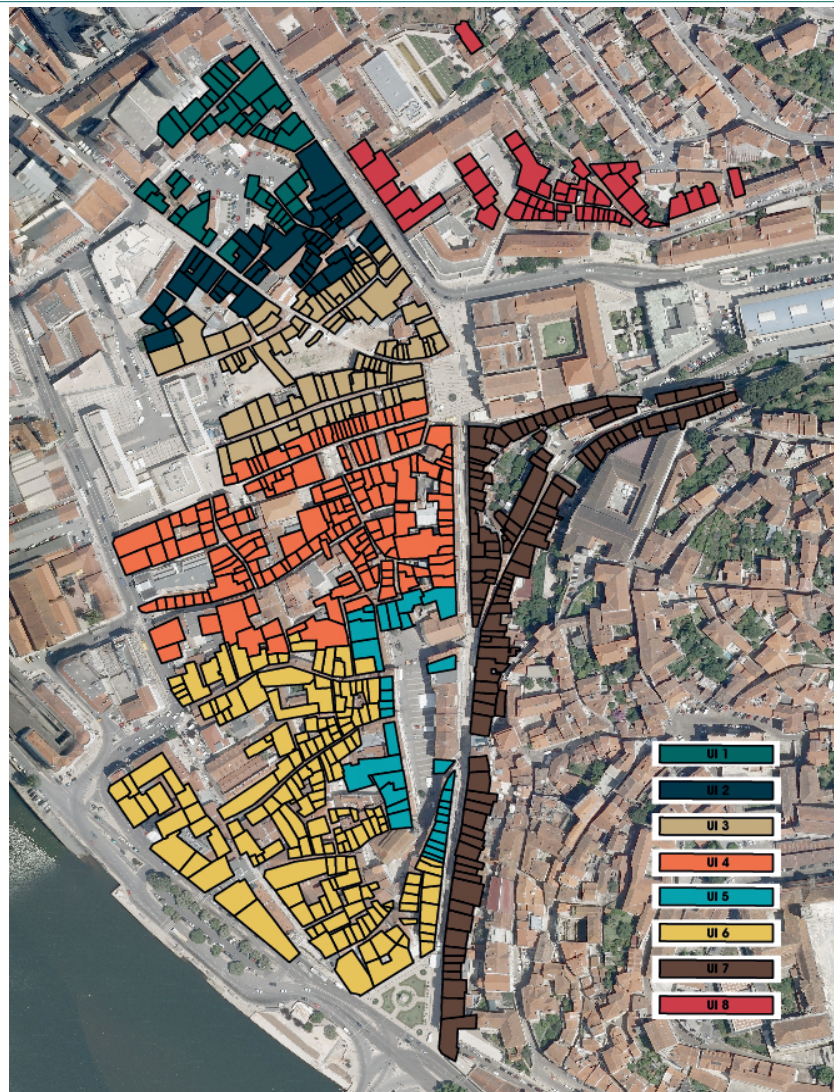
Foi neste pressuposto que, no capítulo anterior, apresentamos detalhadamente um modelo multiobjectivo cujo principal propósito é definir a sequência de implementação das UI que possibilita a maximização da eficiência do esforço de intervenção e reduz os impactos sobre as populações (nomeadamente, no que diz respeito ao seu realojamento) e as necessidades de financiamento da intervenção.

02>**Dados de entrada para o modelo**

Os dados utilizados nos vários cenários, que agora vamos apresentar, do modelo multiobjectivo, tiveram origem (na sua grande maioria) nos resultados da caracterização da ARU obtidos pela aplicação das metodologias multiatributo propostas e apresentadas no Capítulo 3 (ver secção Figura 05.12, página 188), nomeadamente no que diz respeito às três principais dimensões consideradas no modelo: esforço de intervenção; necessidades de realojamento; e, custo vs retorno financeiro da operação.

Figura 05.01.

Planta da ARU com identificação das 8 unidades de intervenção



02.01 > Hipótese I (8 unidades de intervenção)

Numa primeira hipótese admitimos que a intervenção na ARU seria dividida em oito UI. Assim definidas e delimitadas as UI (Figura 05.01) e partindo da caracterização de cada um dos edifícios, calculámos os dados agregados para cada uma das referidas UI que apresentamos na Tabela 05.01.

Tabela 05.01. Dados para modelo MO (8 unidades de intervenção)

Unidades de intervenção		Fracções a serem realojadas	Fracções disponíveis para realojamento	Área a reabilitar [m ²]	Densidade média de intervenção	Custo de intervenção [1000 €]	Retorno financeiro após intervenção [1000 €]	
i	UI	p _i	d _i	a _i	e _i	c _i	G _i [Cena 1]	G _i [Cena 2]
1	UI 1	22	3	16 916	0.52	8 901	18 250	25 878
2	UI 2	18	8	21 007	0.42	8 961	24 829	32 136
3	UI 3	67	20	33 955	0.46	15 564	39 516	51 229
4	UI 4	79	25	68 957	0.35	23 981	80 611	101 673
5	UI 5	10	10	21 787	0.22	4 775	21 084	28 452
6	UI 6	64	27	82 860	0.32	26 275	105 158	120 214
7	UI 7	30	48	54 000	0.21	11 472	55 615	73 700
8	UI 8	45	27	40 540	0.47	19 258	51 986	66 217

É agora importante salientar alguns aspectos e pressupostos considerados na obtenção e agregação dos dados. A saber:

- Na aplicação ao caso de estudo, pareceu-nos fazer sentido agregar a população (de p_i habitantes) a ser realojada em núcleos familiares, admitindo-se para esse efeito que existem dois residentes por fracção residencial (valor ligeiramente acima da média obtida para a ARU - 1,86 residentes/fracção). Ao número de agregados familiares assim obtido, adicionámos ainda o número de fracções não-residenciais (comércio e serviços) para as quais deve prever-se o realojamento. Obteve-se assim o valor final de p_i apresentado;
- A área a reabilitar representa a área de pavimento dos edifícios, calculada com base na área de implantação original de cada um dos edifícios e no número de andares. Para os edifícios com EC 1 ("demolição e construção de novo") o número de andares considerado foi determinado pelo *moda* (por rua - parâmetros estatísticos);
- O custo de intervenção representa o valor acumulado dos custos de reabilitação de cada um dos edifícios da UI (área de pavimento do edifício multiplicada pelo respectivo custo da intervenção - ver Capítulo 3, Tabela 03.03, página 120);
- O retorno financeiro após a intervenção representa o valor obtido pela venda ou arrendamento dos imóveis reabilitados estimado com base nos valores médios de venda e/ou

arrendamento de imóveis na zona. Neste estudo admitimos ainda duas alternativas para o cálculo deste valor. Assim, numa primeira hipótese (Cenário 1), apenas se contabilizaram os proveitos resultantes da comercialização de fracções que se encontram devolutas. Na segunda (Cenário 2), admitiu-se também os proveitos resultantes da comercialização de imóveis não devolutos (p.ex. resultantes do aumento das rendas após a intervenção).

Tabela 05.02.

Distribuição dos tipos de população (8 unidades de intervenção)

Tipo de população	φ_{ijk} - fracção da população a realojar na zona i que pertence ao tipo de população k							
k	Unidade de Intervenção							
	UI 1	UI 2	UI 3	UI 4	UI 5	UI 6	UI 7	UI 8
1	86.4%	16.7%	44.8%	75.9%	100.0%	60.4%	36.7%	59.0%
2	4.5%	50.0%	32.8%	15.2%	0.0%	31.7%	23.3%	20.5%
3	9.1%	33.3%	22.4%	8.9%	0.0%	7.9%	40.0%	20.5%

Usamos também os valores agregados das distribuições dos tipos de população - Tabela 05.02 para as oito UI. Foi também necessário definir a importância atribuída à possibilidade de realojamento de cada um destes tipos de população segundo cada um dos tipos de realojamento - Tabela 05.03. Neste parâmetro utilizou-se uma escala de 0 a 10, em que o valor zero significa que determinado tipo de realojamento não constitui qualquer restrição para o respectivo tipo de população.

Tabela 05.03.

Importância do realojamento segundo o tipo de realojamento (8 unidades de intervenção)

Tipo de população	π_{kj} - importância do realojamento da população do tipo k segundo o tipo de realojamento j		
k	Tipo de Realojamento		
	1	2	3
1	10	2	0
2	5	10	0
3	0	5	10

Para a execução do modelo é ainda necessário definir os custos financeiros associados a cada uma das soluções de realojamento. Embora o modelo matemático implementado permita que esta definição possa ser efectuada de forma diferenciada para cada uma das UI (p. ex. em função da variação espacial da renda e/ou correspondente valor da indemnização), admitiu-se que na aplicação ao caso de estudo estes valores seriam uniformes para toda a ARU. Assim consideraram-se os seguintes custos:

- "Realojamento obrigatório no interior da ARU": 2000 Euros por

cada agregado familiar/fracção realojada (para suportar os custos associados à mudança para outra fracção);

- "Realojamento sem restrição de local": 4500 Euros por cada agregado familiar/fracção realojada (para suportar os custos associados à mudança para outra fracção localizada fora da ARU e um eventual incremento do valor da renda);
- "Indemnização sem realojamento": 40000 Euros por cada agregado familiar/fracção a indemnizar (valor estimado tendo em consideração o definido no regime jurídico do arrendamento urbano [136]).

Apresentam-se ainda três mapas da ARU representando, para cada uma das oito UI, a densidade de intervenção (agregada), as necessidades totais de realojamento (n.º de fracções) e o número de fracções disponível para realojamento - Figura 05.02, Figura 05.03 e Figura 05.04 respectivamente.

A utilização deste tipo de representação da informação, parece-nos muito interessante. De facto, veja-se por exemplo a Figura 05.02, onde, de uma forma bastante intuitiva, o AD pode verificar quais as zonas onde a densidade de intervenção é maior (zonas mais degradadas).

Apresentados os dados iniciais, vamos agora debruçarmo-nos sobre os resultados obtidos para as várias simulações.

Estas simulações foram obtidas usando o modelo (de programação linear mista multiobjectivo - PLMMO) apresentado no Capítulo 4. Consistem em conjuntos de *soluções não-dominadas*¹ do problema. Cada uma destas soluções consiste numa sequência (ou ordem) de execução da intervenção e dos valores dos três objectivos (que aqui designamos por R , Pri e Dz) relativos a cada sequência, em que:

- 1) R representa o montante máximo que a entidade responsável pelo projecto deve "ter em caixa" para executar a intervenção de reabilitação (ver Capítulo 4, secção 01.03>, página 156);
- 2) Pri é um indicador do grau de adequabilidade do realojamento às prioridades definidas para cada par Tipo de população/Tipo de realojamento (ver Capítulo 4, secção 01.04>, página 158);
- 3) Dz representa o grau de ajuste do esforço "real" de intervenção ao esforço "ideal" de intervenção, aqui calculado pela média das diferenças, no início de cada UI, entre as curvas do esforço "ideal" acumulado e do esforço "real" acumulado (Figura 04.03, página 161).

¹ Num problema multiobjectivo não existe normalmente uma *solução ótima*. De facto, a inclusão de múltiplos objectivos conflituosos torna a análise mais complexa e aquele conceito (dos modelos monobjectivo) é substituído pelo de *solução eficiente*, também referida como *solução não-dominada*, *não-inferior* ou de *ótimo de Pareto* (Cohon [208] citado por Coutinho-Rodrigues et al. [209], [210]). Deste modo, num problema multiobjectivo, uma solução será *não-dominada*, quando não existe qualquer outra solução que possa ser melhor num objectivo, sem ser (obrigatoriamente) pior, em pelo menos, um outro.

Figura 05.02. Mapa da ARU / UI: Densidade média de intervenção (e_i)



Figura 05.03. Mapa da ARU / UI: Número de "fracções" a realojar (p_i)

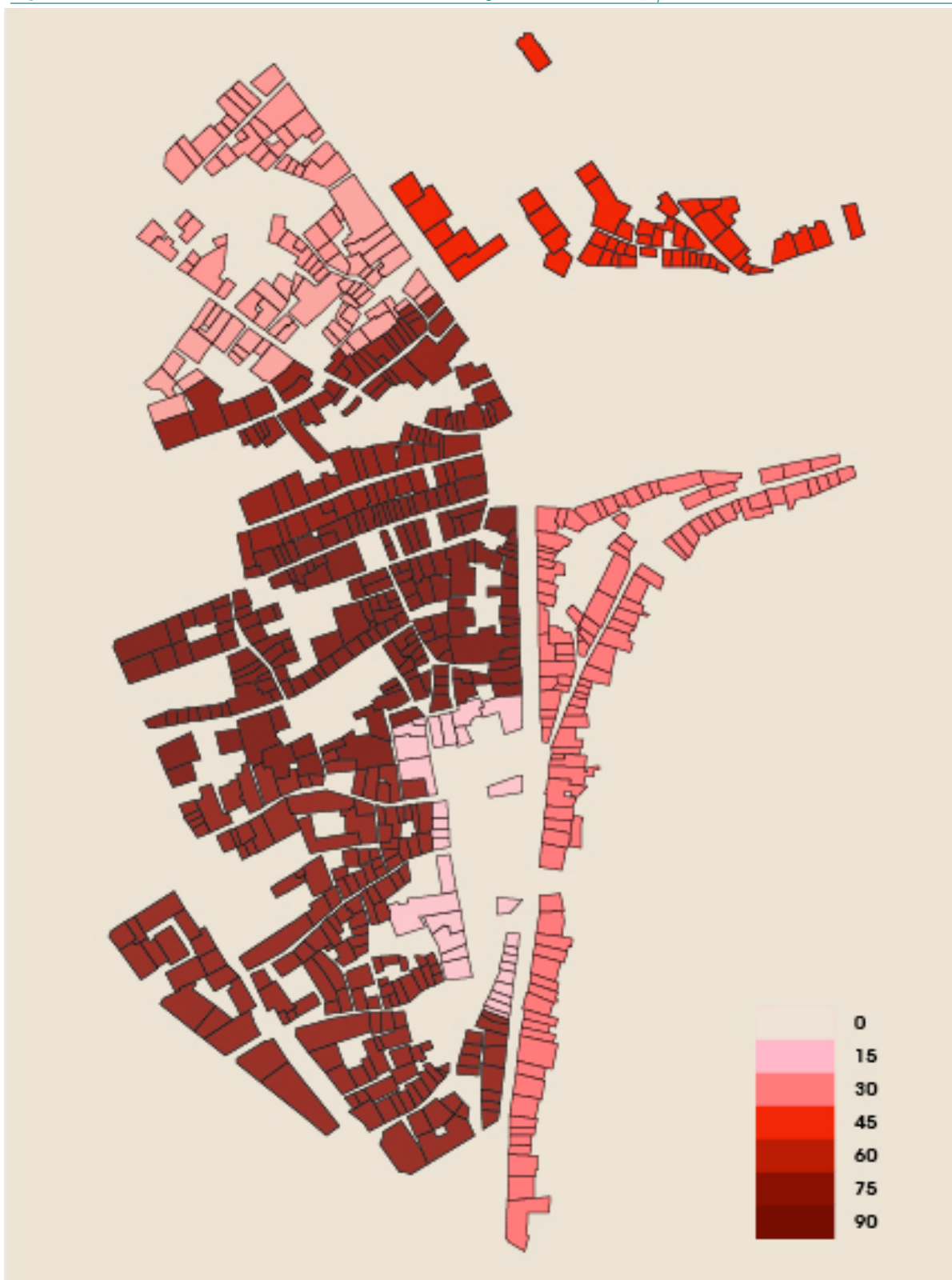
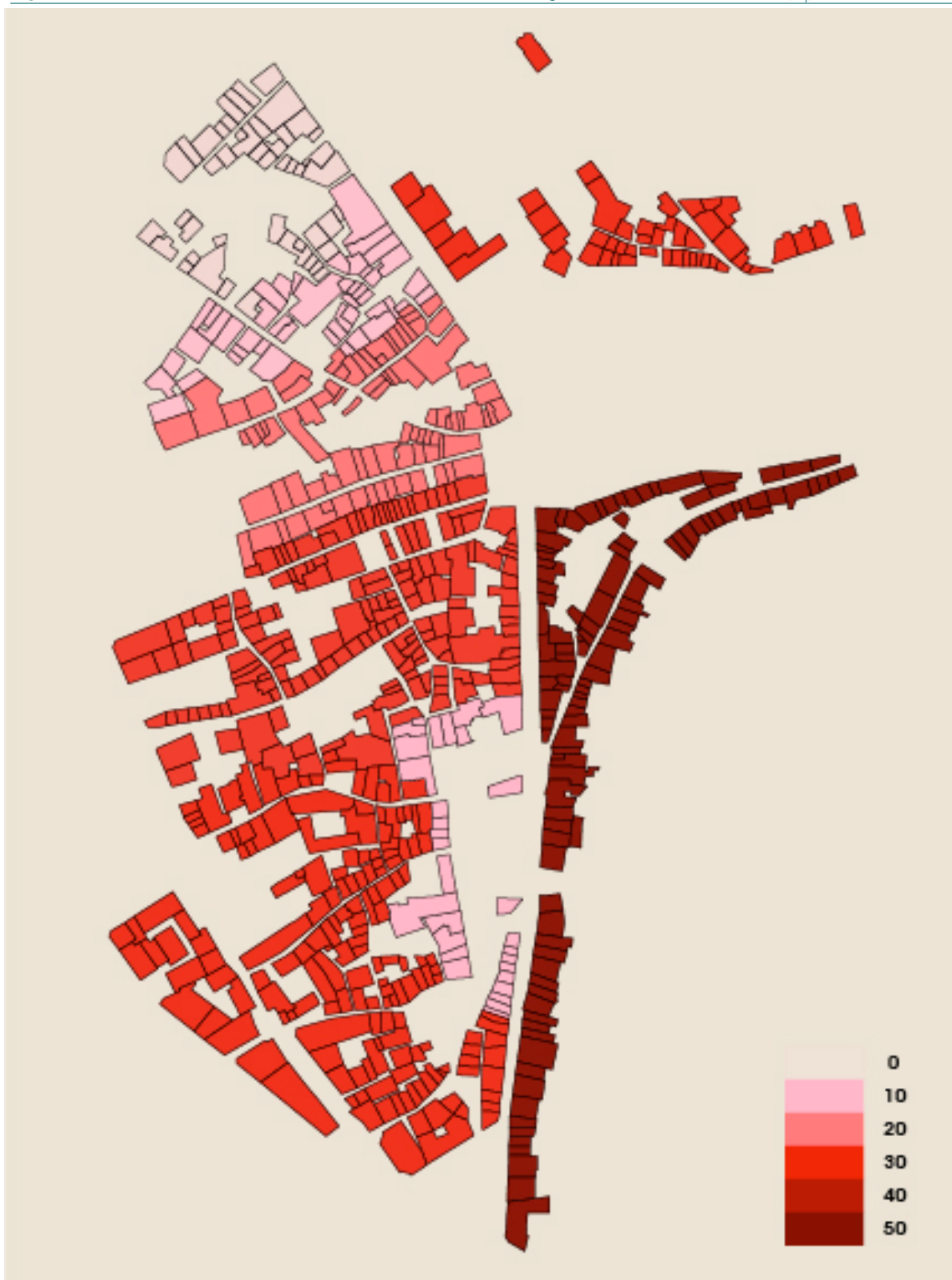


Figura 05.04. Mapa da ARU / UI: Disponibilidade de fracções para realojamento (d_i)



Optámos por gerar oito soluções (para cada cenário), de modo a oferecer ao AD uma visão suficientemente alargada das relações de compromisso a estabelecer entre os três objectivos - ver p.ex. Tabela 05.11. Resumo das 8 soluções geradas, pág. 198. No entanto, outras soluções não dominadas poderão ser obtidas pelo AD.

Num modelo multiobjectivo estamos essencialmente em presença de uma função vectorial, $\vec{y} = f(\vec{x})$ em que o vector \vec{x} tem por componentes as variáveis de decisão do modelo e o vector \vec{y} , os objectivos, sendo que o domínio dessa função é definido pelas suas restrições, designado por *espaço das soluções* (valores das variáveis que obedecem às restrições). O contradomínio é designado por *espaço dos objectivos*.

Trata-se de encontrar valores "óptimos" da função, designados por *não-dominados* ou *eficientes* (o conjunto destes valores designa-se *frente de Pareto*) - ver nota de rodapé página 176. Por abuso de linguagem, usamos as palavras "solução" e "resultados", tanto para valores no *espaço dos objectivos* como para valores no *espaço das soluções*, quando tal não gera ambiguidade. É que, em rigor, quando se fala em solução *não-dominada*, está a referir-se ao *espaço das soluções*.

No nosso caso,

$$[\text{Eq. 05.1}] \quad \vec{y} = (O_1, O_2, O_3) = (R, Pri, Dz)$$

Existem várias técnicas de abordagem deste tipo de problemas multiobjectivo, mas todas elas correspondem, ao nível computacional, numa sequência de um número indeterminado de corridas (aqui designadas, por simulações) em cada uma das quais pode ser encontrada uma solução *não-dominada*. Em cada uma dessas corridas o conjunto dos objectivos é, de alguma forma transformado no sentido de que a cada corrida corresponde um modelo monobjectivo cujas restrições usualmente são as do modelo original, às quais podem ser acrescentadas restrições adicionais.

No nosso caso, usou-se essencialmente a técnica de transformação dos objectivos que consiste na optimização de uma sua soma ponderada. Antes disso, porém, é conveniente proceder-se a uma normalização dos objectivos de forma a que fiquem todos na mesma escala. Dessa forma, aos olhos do AD os coeficientes (pesos) usados nas somas ponderadas tornam-se naquilo que na verdade, provavelmente lhe interessará: a importância de cada um dos objectivos.

Ao proceder-se à normalização dos objectivos, cria-se uma representação do modelo em que os objectivos são os objectivos normalizados. E, nesta nova representação chamamos ao espaço dos objectivos, *espaço dos objectivos normalizados*.

Esta forma de abordagem tem pois duas fases.

Fase 1:

Na primeira fase é usado o modelo original, em tantas corridas quantos os objectivos, sendo que em cada corrida somente um objectivo é optimizado - determinam-se assim os designados "óptimos individuais" para cada função objectivo. É usual em cada uma dessas corridas monobjectivo, para além do objectivo a optimizar, incluir os restantes objectivos afectados por coeficientes muito pequenos (ditos, "infinitesimais"); cada um desses é negativo se o objectivo que multiplica tiver sentido de optimização contrário ao objectivo principal. Esta técnica de gerar soluções permite ficar a conhecer quais os valores dos restantes objectivos na solução *não-dominada* correspondente ao óptimo individual em causa;

Fase 2:

Os pontos não-dominados correspondentes aos óptimos individuais, constituem uma tabela, designada por tabela de *payoff*. A título de exemplo apresenta-se uma tabela de *payoff* (Tabela 05.04). Desta tabela podem ser retirados, para além dos óptimos individuais, dois pontos fictícios (no sentido em que podem não pertencer ao espaço dos objectivos). São eles os designados "solução ideal", constituída pelos melhores valores dos objectivos, presentes na tabela (óptimos individuais), e a "solução anti-ideal" (ou "nadir")¹, constituída pelos piores valores dos objectivos, presentes na tabela. É com referência a estes dois pontos que neste trabalho se efectuou a normalização dos objectivos. Existem várias possibilidades de normalização, tendo-se optado pela normalização *linear das diferenças* que consiste na seguinte transformação,

$$[Eq. 05.2] \quad O'_i = \frac{O_i - Opt_i}{O_i^{(N)} - Opt_i}$$

em que, O'_i é o objectivo normalizado de ordem i , e $O_i^{(N)}$ e Opt_i são respectivamente os valores desse objectivo (original) no anti-ideal simples e no ideal simples.

¹ Na realidade e por definição, o anti-ideal é constituído pelos piores valores apresentados pelos objectivos ao longo de toda a frente de Pareto (no modelo original). Porém pode acontecer, que os seus componentes não se encontrem na tabela de payoff, após terem sido geradas outras soluções, o que acontece quando porventura existe alguma solução não dominada fora dos óptimos individuais que piore ainda mais algum(uns) objectivo(s).

De que resulta a transformação inversa,

$$[Eq. 05.3] \quad O_i = O_i' \cdot (O_i^{(N)} - Opt_i) + Opt_i$$

Ficamos, assim, com uma representação do modelo em que o conjunto dos objectivos é $\{O_i\}$, que designamos por modelo normalizado.

De [Eq. 05.2] podemos verificar que no modelo normalizado todos os objectivos (normalizados) assumem a orientação de minimização, o ideal (que designamos por ideal normalizado) é a origem e o anti-ideal é $(1, \dots, 1)$. Por outro lado, o espaço dos objectivos que (designamos por espaço dos objectivos normalizados) está contido num hipercubo de lado 1.

Facilmente poderá demonstrar-se, das expressões [Eq. 05.2] e [Eq. 05.3], que a cada solução *não-dominada* do modelo normalizado corresponde uma solução não dominada do modelo original e reciprocamente.

É com este modelo normalizado com que a partir de agora se vão gerar as soluções. No entanto, apesar de se estar a otimizar os objectivos normalizados, para além destes é costume apresentar-se os correspondentes valores dos objectivos originais. Valores esses que constituem (como já se referiu) soluções *não-dominadas*. Foi este o nosso procedimento de apresentação dos resultados.

No nosso caso representamos por R(n), Pri(n) e Dz (os três objectivos normalizados).

Tabela 05.04.

Tabela Payoff

Objectivo	S1 OPT1	S2 OPT2	S3 OPT3	S ideal	S anti-ideal
R	7 497	20 652	26 659	7 497	26 659
Pri	8 909	10 000	9 211	10 000	8 909
Dz	20 883	1 515	0	0	20 883

Em todas as abordagens aqui feitas ao modelo foram encontradas oito soluções *não-dominadas*. As três primeiras correspondem ao óptimos individuais (S1, S2, S3). Das restantes cinco soluções, já tendo em uso o modelo normalizado, as três soluções S4, S5 e S6 constituem o que designamos por 2.º conjunto de soluções e representam soluções de compromisso, obtidas através da atribuição da seguinte ponderação relativa ("pesos") a cada um dos objectivos [208], [211]:

- S4 ($p_1=0.50$, $p_2=0.25$, $p_3=0.25$);
- S5 ($p_1=0.25$, $p_2=0.50$, $p_3=0.25$);
- S6 ($p_1=0.25$, $p_2=0.25$, $p_3=0.50$).

As duas últimas, também no quadro do modelo normalizado, foram obtidas usando a técnica conhecida por "programação por metas" (*goal programming*). A primeira (SL_1), corresponde à minimização, no espaço dos objectivos normalizados, da distância L_1 (métrica de Manhattan) [210], [213], [214] ao "ideal" normalizado. Essa solução obtém-se pela corrida do modelo monobjectivo normalizado, com as restrições do modelo original, mas em que o objectivo único é a minimização da soma dos três objectivos normalizados. Curiosamente essa solução pode ser também obtida através da soma ponderada, em que os objectivos são afectados todos pelo mesmo "peso" - SL_1 ($p_1=1/3$, $p_2=1/3$, $p_3=1/3$).

A segunda, SL_∞ (aqui também designada por $Linf$) corresponde à minimização, da distância de Chebyshev, L_∞ [210], [213], [214]. Para tal, é usado o modelo monobjectivo em que o objectivo a minimizar é L_∞ , sendo acrescentadas às restrições as seguintes: $R(n) \leq L_\infty$; $Pri(n) \leq L_\infty$; $Dz(n) \leq L_\infty$.

As métricas L_1 e L_∞ acima referidas podem ser definidas por [210]:

$$[Eq. 05.4] \quad L_i(x, y) = \lim_{\tau \rightarrow i} \left(\sum_{j=1}^n |x_j - y_j|^\tau \right)^{1/\tau}, x, y \in \mathbb{R}^n$$

com $i=1$ para a métrica de Manhattan (L_1) e,

com $i=\infty$ para a métrica de Chebyshev (L_∞).

02.01.01 > Resultados: Cenário 1 (conjunto de soluções A)

Para este 1.º cenário e antes de apresentarmos o resumo e a comparação dos resultados para as oito soluções obtidas, vamos primeiro detalhar e analisar as três primeiras soluções ($S1_A$, $S2_A$ e $S3_A$).

02.01.01.01 > Solução $S1_A$: Óptimo individual do objectivo 1

A primeira solução apresentada ($S1_A$) representa a solução que optimiza o objectivo 1, isto é, que minimiza o montante financeiro R de "sustentabilidade" de todo o projecto de regeneração urbana, dando a conhecer assim o maior dos montantes a ter "em caixa" aquando do início de cada UI (ver Capítulo 4, secção 01.03>, página 156).

Na Tabela 05.05 apresenta-se a sequência das UI que minimiza este objectivo e os valores acumulados de G_i (retorno financeiro), C_i (custos da intervenção) e a respectiva diferença ou saldo ($G_i - C_i$) que representa, assim, o valor de R no início de cada fase da intervenção. Os gráficos das Figura 05.05 e Figura 05.06 permitem ao AD obter uma percepção mais clara da evolução dos valores de G_i , C_i e R (parâmetros definidos no Capítulo 4, secção 01.02>, página 153).

Tabela 05.05.

Solução S1_A: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8
	UI 2	UI 5	UI 7	UI 6	UI 4	UI 8	UI 3	UI 1
Gi	1 727	6 702	20 646	47 507	92 939	160 542	236 182	300 539
ci	9 225	14 020	26 008	52 603	77 039	96 761	113 101	122 165
Gi - ci = R	-7 497	-7 318	-5 362	-5 096	15 900	63 781	123 061	178 374
R ideal	-7 497	-7 318	-5 362	-5 096	15 900	63 781	123 061	178 374

Figura 05.05.

Solução S1_A: Evolução G_i , C_i e R

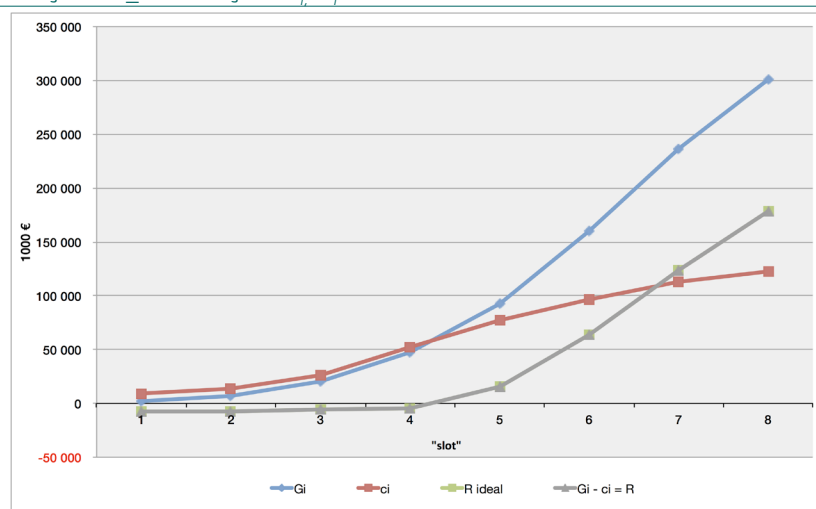
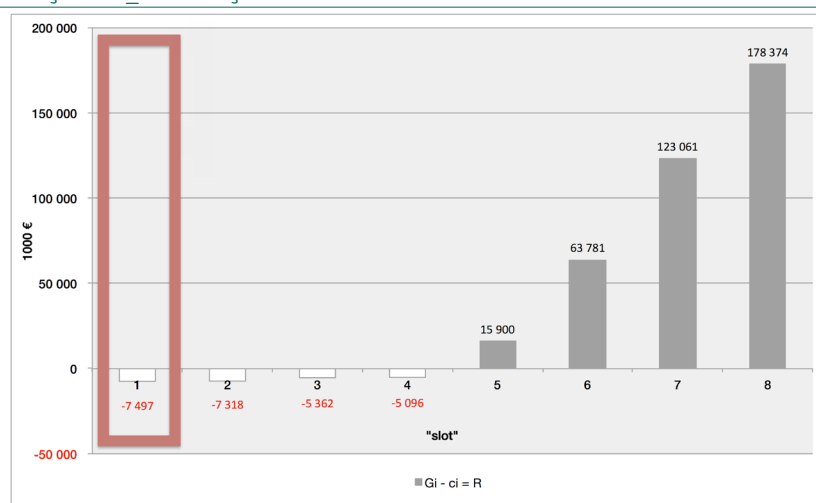


Figura 05.06.

Solução S1_A: Evolução R



Fica assim a saber-se, que se o único objectivo passasse por optimizar o valor de R , a sequência de execução das UI seria: UI 2, UI 5, UI 7, UI 6, UI 4, UI 8, UI 3, UI 1, e o montante máximo que a entidade gestora teria de ter disponível ("em caixa") seria de 7,497 milhões de Euros, ocorrendo logo durante a execução da 1.ª unidade de intervenção.

É agora importante perceber como se comporta esta solução em relação aos outros dois objectivos.

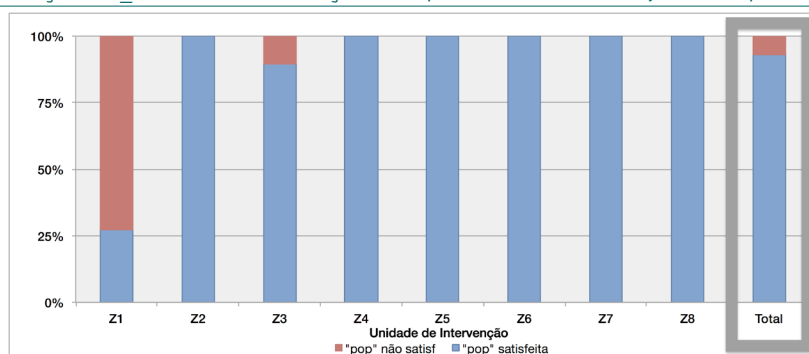
Para o objectivo 2, o modelo devolve-nos o resultado através do indicador do grau de adequabilidade, *Pri* (valor global compreendido entre 0 -10 000, em que 10 000 representa a adequabilidade total do realojamento às necessidades e prioridades pré-definidas) e, também, um conjunto de valores de variáveis de decisão (α_{ij}) que nos dá a distribuição (em %) do realojamento por tipos para cada UI.

Assim, na Figura 05.07 podemos observar os resultados para o objectivo 2, apresentando para cada UI a fracção de "população" (aqui representada efectivamente pelo número de fracções) que viu as suas prioridades serem respeitadas.

Observa-se que em apenas duas das UI as prioridades, em relação ao tipo de realojamento, não foram totalmente satisfeitas e que, no conjunto da operação de reabilitação urbana, 93% das "fracções" viu satisfeitas as suas prioridades.

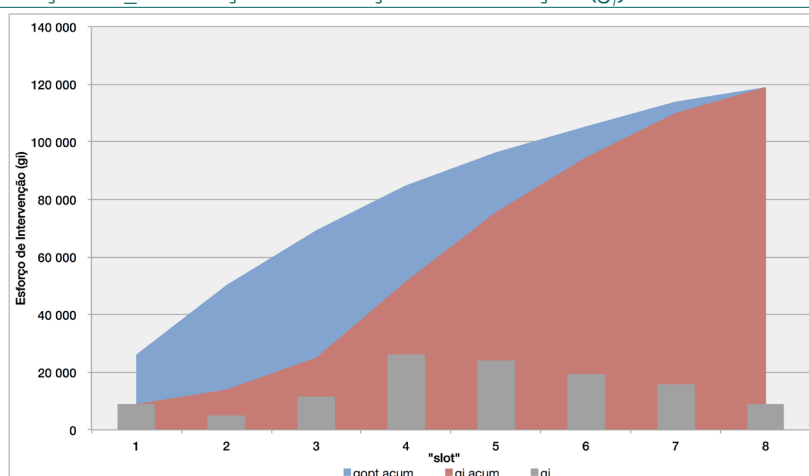
Figura 05.07.

Solução S1_A: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



Na Figura 05.08 apresentamos os resultados para o objectivo 3, onde se pode observar o desfasamento na evolução do *esforço de intervenção*, g_r , obtido pela sequência de intervenção "real" em relação à sequência de intervenção que optimizaria esse esforço (S3_A - óptimo individual do objectivo 3) descrito adiante.

Figura 05.08.

Solução S1_A: Evolução do esforço de intervenção (g_i)

02.01.01.02> Solução S2_A: Óptimo individual do objectivo 2

A solução (S2_A) representa a solução que otimiza o objectivo 2, isto é, que maximiza a adequabilidade do realojamento às prioridades definidas para cada par Tipo de população/Tipo de realojamento (ver Capítulo 4, secção 01.04>, página 158).

A Tabela 05.06, construída com os resultados de S2_A, apresenta a sequência das UI que maximiza este objectivo e os valores acumulados de G_i (retorno financeiro), C_i (custos da intervenção) e a respectiva diferença ou saldo ($G_i - C_i$) que representa, assim, o valor de R no início de cada fase da intervenção.

Tabela 05.06.

Solução S2_A: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8
	UI 6	UI 3	UI 4	UI 8	UI 7	UI 1	UI 2	UI 5
G_i	5 994	22 743	64 773	123 668	185 130	244 651	295 485	333 584
c_i	26 646	42 969	67 405	87 126	99 132	108 156	117 403	122 198
$G_i - c_i = R$	-20 652	-20 225	-2 632	36 541	85 998	136 495	178 082	211 386
R_{ideal}	-7 497	-7 318	-5 362	-5 096	15 900	63 781	123 061	178 374

Os gráficos das Figura 05.10 e Figura 05.11 permitem ao AD obter uma percepção mais clara da evolução dos valores de G_i , C_i e R .

Figura 05.09.

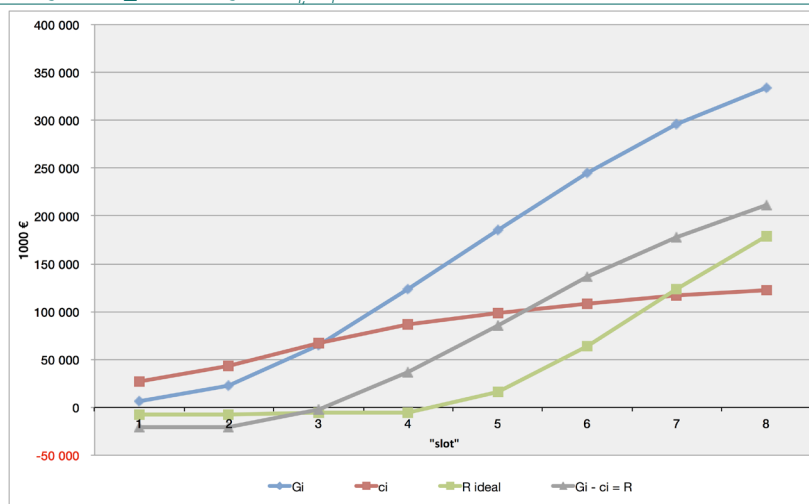
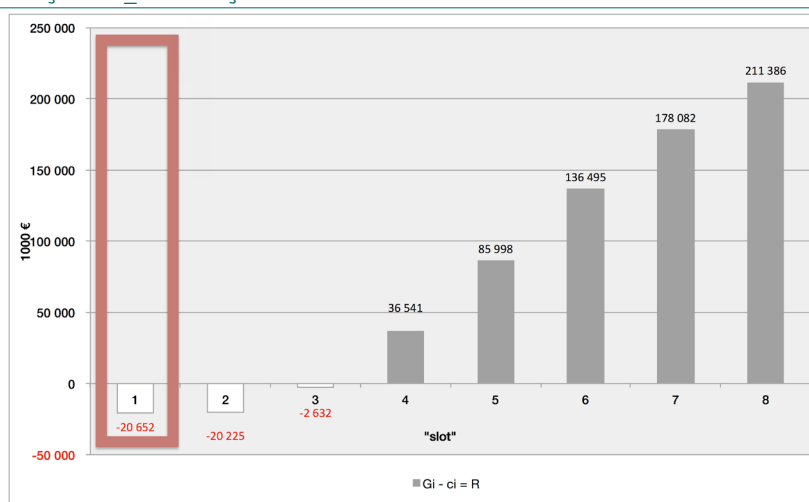
Solução S2_A: Evolução G_i , C_i e R 

Figura 05.10.

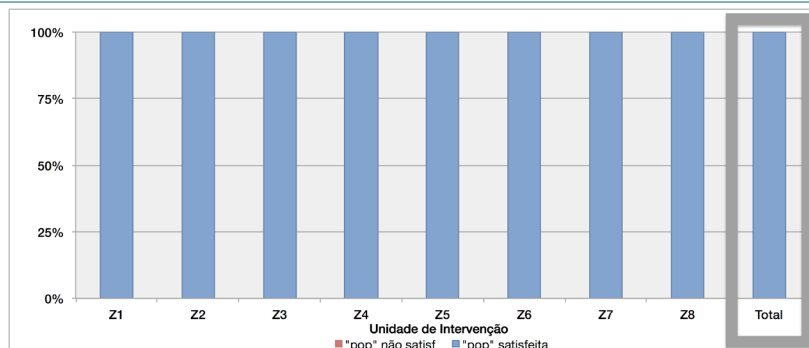
Solução S2_A: Evolução R 

Observamos que, se o único objectivo passasse por otimizar o valor de P_{ri} , a sequência de execução das UI seria: UI 6, UI 3, UI 4, UI 8, UI 7, UI 1, UI 2, UI 5, e que o montante máximo necessário, R , seria de 20,652 milhões de Euros, quase 3 vezes mais que o valor óptimo (solução S1_A). E esse montante teria de estar disponível logo no início da 1.ª unidade de intervenção.

Em relação ao objectivo 2, na Figura 05.11 podemos observar, para cada UI, a percentagem de "fracções" que viram as suas prioridades serem respeitadas. Neste caso em todas as UI as prioridades em relação ao tipo de realojamento foram satisfeitas a 100% (recorde-se que esta solução representa o óptimo individual deste objectivo).

Figura 05.11.

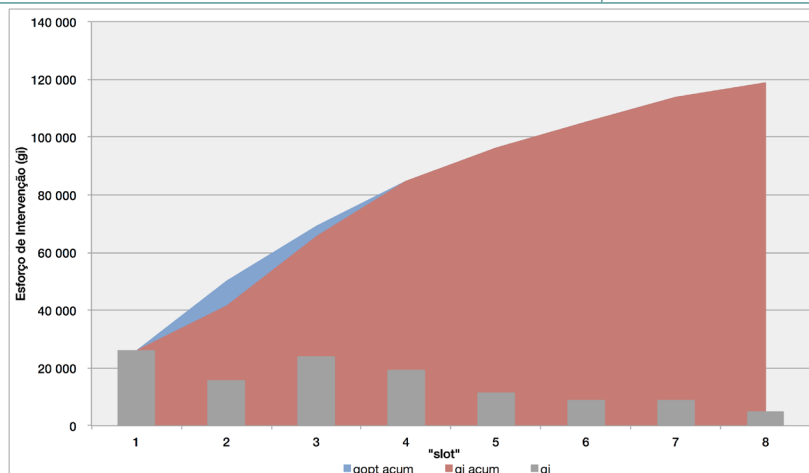
Solução S2_A: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



Finalmente na Figura 05.12 apresentamos o resultados para o objectivo 3, onde se observa o desfasamento na evolução do *esforço de intervenção*, g_i , em relação à sua evolução "ideal" (solução S3_A - óptimo individual do objectivo 3), é muito ligeiro (só não acompanhando a situação "ideal" nas 2.ª e 3ª fases da intervenção).

Figura 05.12.

Solução 2_A: Evolução do esforço de intervenção (g_i)



02.01.01.03> Solução S3_A: Óptimo individual do objectivo 3

S3_A é a solução que otimiza o objectivo 3. Quer isto dizer que a ordem de implementação das UI é tal que permite a maximização da eficiência do *esforço de Intervenção*, g_i .

A Tabela 05.07 apresenta a sequência das UI que maximiza este objectivo e os valores acumulados de G_i , C_i e o valor de R no início de cada fase da intervenção.

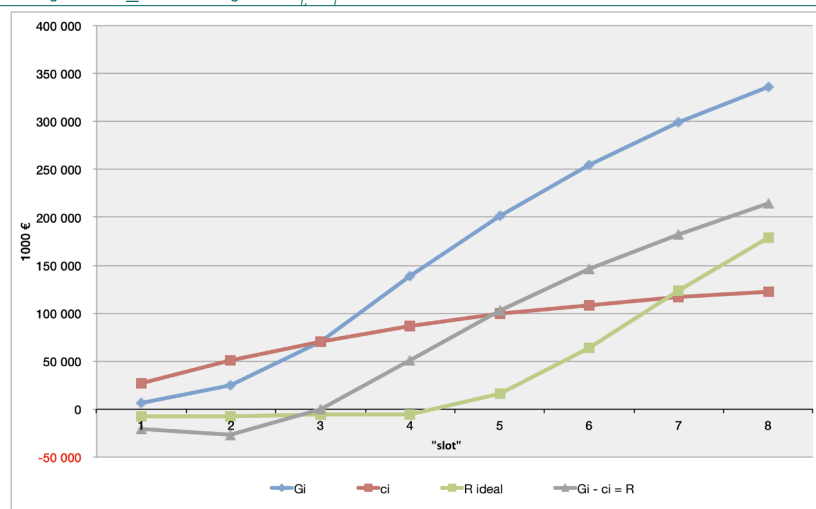
Tabela 05.07.

Solução S3_A: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8
	UI 6	UI 4	UI 8	UI 3	UI 7	UI 2	UI 1	UI 5
Gi	6 397	24 423	70 865	138 264	201 977	254 423	299 651	336 498
ci	26 646	51 082	70 804	87 126	99 159	108 414	117 486	122 281
Gi - ci = R	-20 248	-26 659	62	51 138	102 818	146 009	182 166	214 217
R ideal	-7 497	-7 318	-5 362	-5 096	15 900	63 781	123 061	178 374

Figura 05.13.

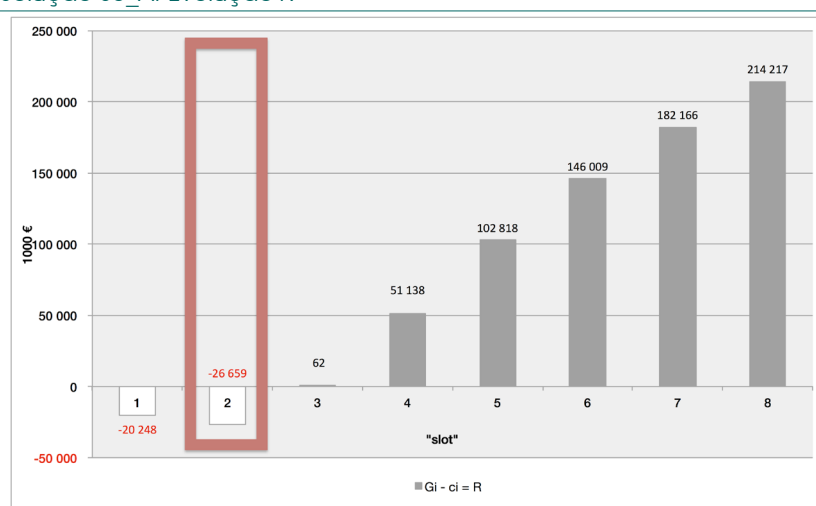
Solução S3_A: Evolução G_i , C_i e R



Os gráficos das Figura 05.13 e Figura 05.14 permitem-nos obter uma percepção mais clara da evolução dos valores de G_i , C_i e R .

Figura 05.14.

Solução S3_A: Evolução R



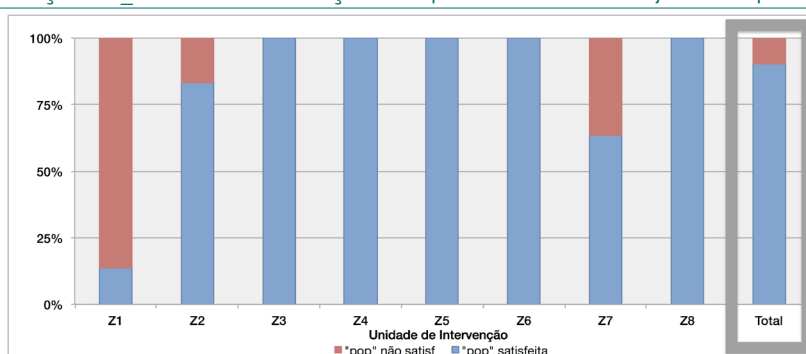
Observamos assim que, se o único objectivo passasse por otimizar o valor de Dz , a sequência de execução das UI seria: UI 6, UI 4, UI 8, UI 3, UI 7, UI 2, UI 1, UI 5 e que, neste caso o montante R seria de 27,659 milhões de Euros, quase 20 milhões de Euros a mais que o seu valor óptimo (solução S1_A), e ocorreria no início da execução da 2.ª uni-

dade de intervenção. No entanto, nesta sequência, o valor de R só é negativo durante as duas primeiras unidades de intervenção, isto é, o projecto autofinancia-se a partir da 3ª UI, enquanto que na solução S1_A tal só acontece ao início da 5ª UI.

Na Figura 05.15 apresentam-se os resultados para o objectivo 2. Nesta solução, são três as UI onde as prioridades em relação ao tipo de realojamento não foram satisfeitas a 100%, mas no conjunto da ORU, 90% das fracções a realojar têm satisfeitas as suas prioridades.

Figura 05.15.

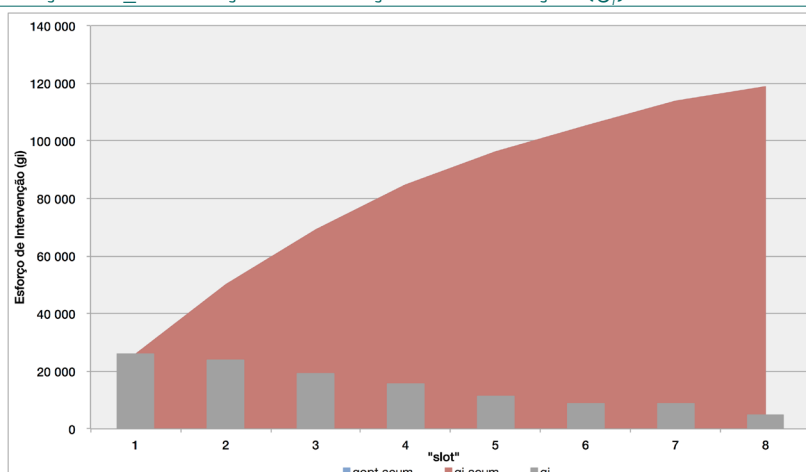
Solução S3_A: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



Finalmente na Figura 05.16 apresentamos o resultados para o objectivo 3. Esta solução representa o óptimo individual do objectivo 3 e, como seria de esperar, não existe qualquer desfasamento na evolução do esforço de intervenção, g_i em relação à sua evolução "ideal".

Figura 05.16.

Solução S3_A: Evolução do esforço de intervenção (g_i)



02.01.01.04> Solução não-dominada S4_A ($p_1=0.50$, $p_2=0.25$, $p_3=0.25$)

A partir desta solução, e como já referimos passamos a utilizar o modelo normalizado.

A solução (S4_A) é uma solução *não-dominada* obtida através da atribuição da seguinte ponderação relativa ("pesos") a cada um dos objectivos normalizados [208], [211]: S4_A ($p_1=0.50$, $p_2=0.25$, $p_3=0.25$). Significa isto que se pretende obter uma solução eficiente que dá uma maior importância à minimização do montante financeiro de "sustentabilidade" da ORU.

A Tabela 05.08 apresenta a sequência das UI para esta solução e os valores acumulados de G_i , C_i e o valor de R no início de cada fase da intervenção (obtido pela [Eq. 05.3]).

Tabela 05.08.

Solução S4_A: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8
	UI 7	UI 1	UI 4	UI 6	UI 8	UI 3	UI 2	UI 5
G_i	3 297	12 583	36 671	75 410	130 760	202 468	270 470	321 060
c_i	12 005	21 029	45 466	72 112	91 833	108 156	117 403	122 198
$G_i - c_i = R$	-8 708	-8 447	-8 795	3 299	38 927	94 312	153 067	198 862
R_{ideal}	-7 497	-7 318	-5 362	-5 096	15 900	63 781	123 061	178 374

Os gráficos das Figura 05.17 e Figura 05.18 permitem-nos obter uma percepção mais clara da evolução dos valores de G_i , C_i e R .

Figura 05.17.

Solução S4_A: Evolução G_i , C_i e R

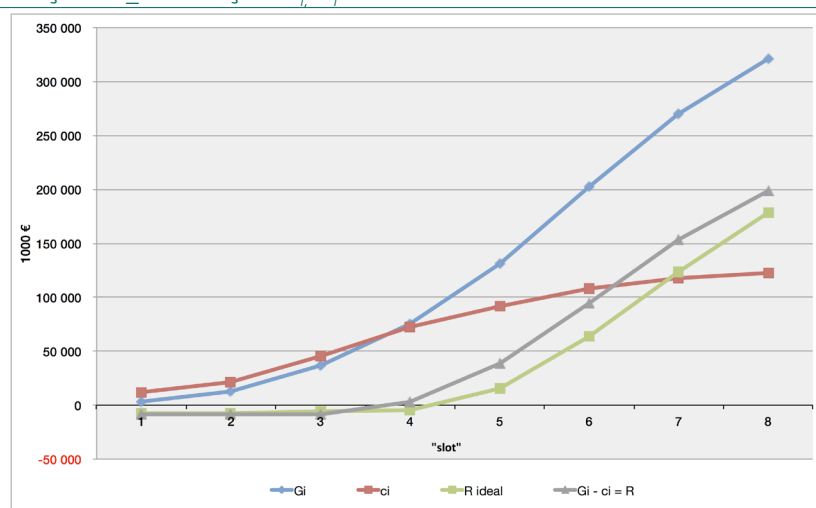
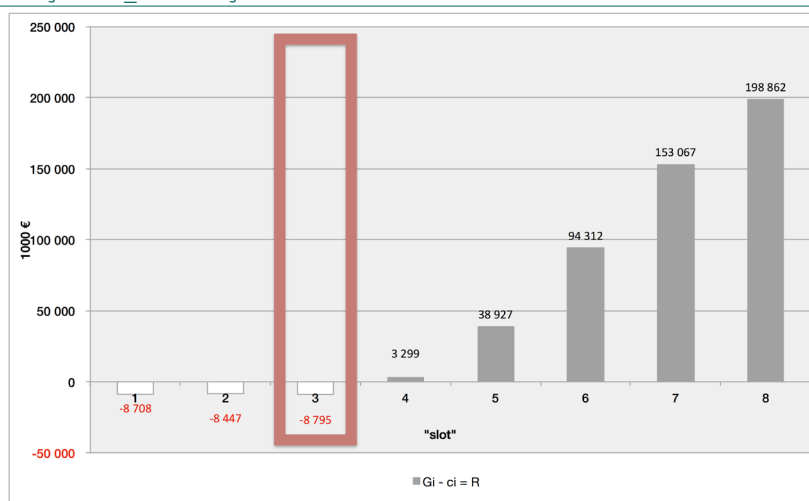


Figura 05.18.

Solução S4_A: Evolução R

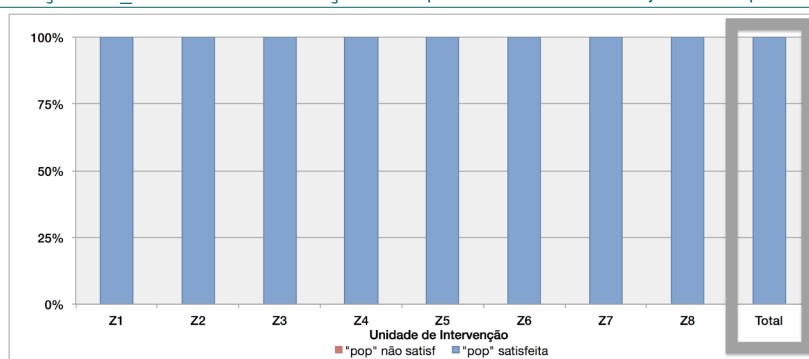


Observamos assim, que o montante máximo R seria de 8,795 milhões de Euros, 1,3 milhões de Euros a mais que o valor óptimo (da solução S1_A) e ocorreria no início da execução da 3.ª unidade de intervenção.

Na Figura 05.19 apresentam-se os resultados para o objectivo 2, sendo de realçar que as prioridades em relação ao tipo de realojamento são satisfeitas a 100%.

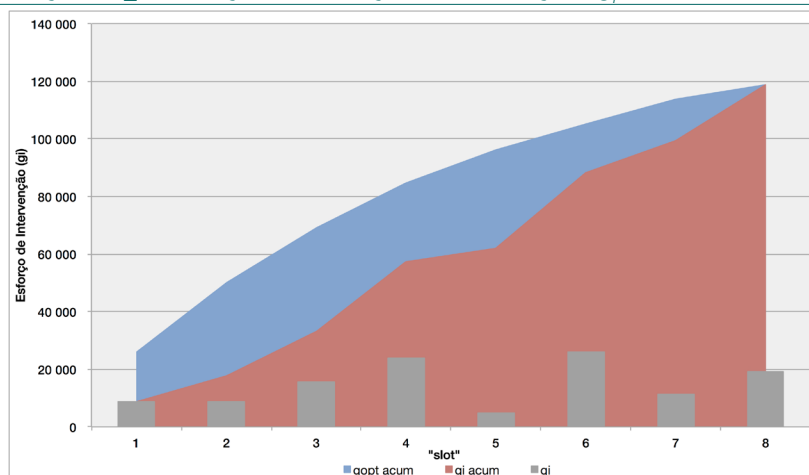
Figura 05.19.

Solução S4_A: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



Finalmente na Figura 05.20 apresentamos o resultados para o objectivo 3 onde se pode observar o desfasamento na evolução do *esforço de intervenção*, g , obtido em relação à sequência de intervenção que optimizaria o esforço de intervenção (solução S3_A - óptimo individual do objectivo 3).

Figura 05.20.

Solução S4_A: Evolução do esforço de intervenção (g_i)

02.01.01.05> Solução não-dominada S5_A ($p_1=0.25$, $p_2=0.50$, $p_3=0.25$)

A solução (S5_A) é uma solução *não-dominada* obtida através da atribuição da seguinte ponderação relativa ("pesos") a cada um dos objectivos normalizados [208], [211]: S5_A ($p_1=0.25$, $p_2=0.50$, $p_3=0.25$). Significado que se pretende obter uma solução eficiente que dá uma maior importância ao grau de satisfação em relação às prioridades de realojamento.

Verificou-se (ver Tabela 05.11, página 198), que os resultados obtidos para esta solução são semelhantes aos obtidos e descritos para a solução S4_A.

02.01.01.06> Solução não-dominada S6_A ($p_1=0.25$, $p_2=0.25$, $p_3=0.50$)

A solução (S6_A) é uma solução *não-dominada* obtida através da atribuição da seguinte ponderação relativa ("pesos") a cada um dos objectivos normalizados [208], [211]: S6_A ($p_1=0.25$, $p_2=0.25$, $p_3=0.50$). Pretende-se assim dar maior importância ao esforço de Intervenção.

A Tabela 05.09 apresenta a sequência das UI para esta solução e os valores acumulados de G_i , C_r , o valor de R no início de cada fase da intervenção.

Tabela 05.09.

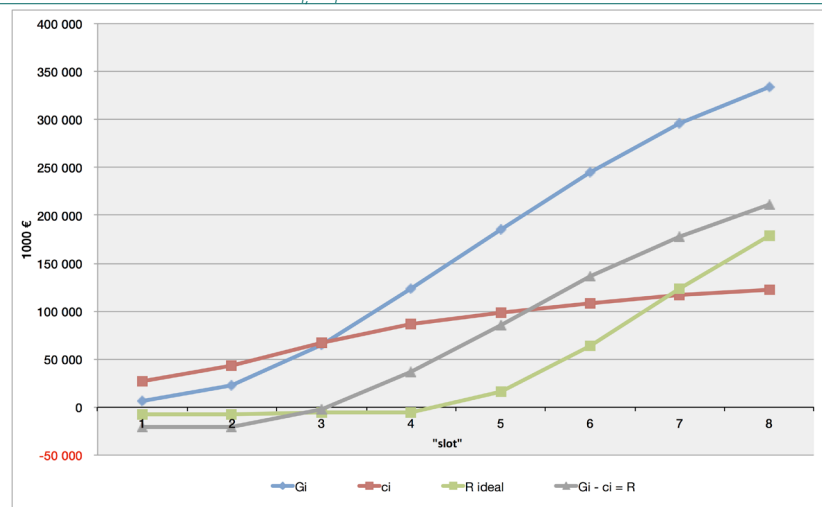
Solução S6_A: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8
	UI 6	UI 3	UI 4	UI 8	UI 7	UI 1	UI 2	UI 5
Gi	5 994	22 743	64 773	123 668	185 130	244 651	295 485	333 584
ci	26 646	42 969	67 405	87 126	99 132	108 156	117 403	122 198
Gi - ci = R	-20 652	-20 225	-2 632	36 541	85 998	136 495	178 082	211 386
R ideal	-7 497	-7 318	-5 362	-5 096	15 900	63 781	123 061	178 374

Os gráficos das Figura 05.21 e Figura 05.22 permitem ao AD obter uma percepção mais clara da evolução dos valores de G_i , C_i e R .

Figura 05.21.

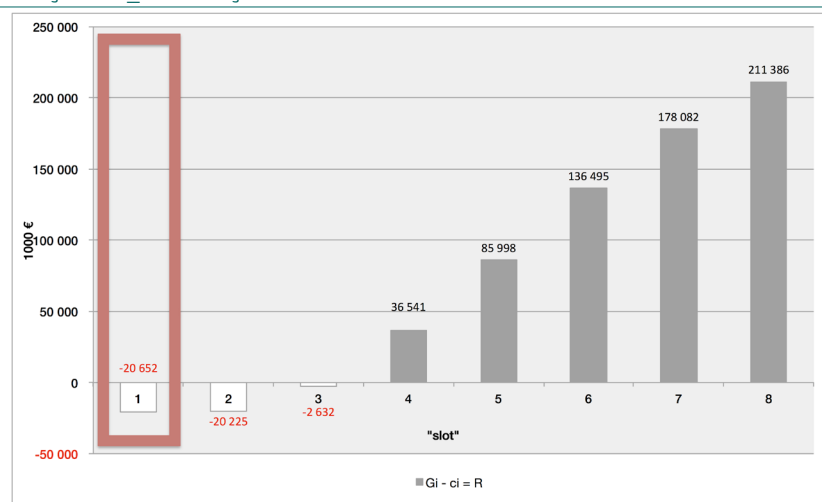
Solução S6_A: Evolução G_i , C_i e R



Nesta solução o montante máximo, R , seria de 20,652 milhões de Euros, 13,2 milhões de Euros a mais que o valor óptimo, e ocorreria no início da intervenção.

Figura 05.22.

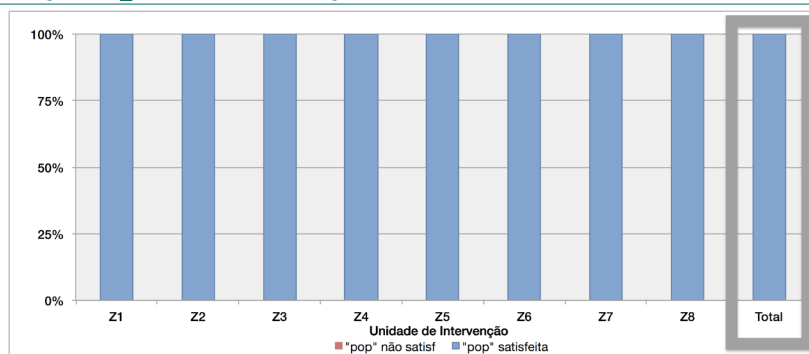
Solução S6_A: Evolução R



Na Figura 05.23 apresentam-se os resultados para o objectivo 2, sendo de realçar que as prioridades em relação ao tipo de realojamento são satisfeitas a 100%.

Figura 05.23.

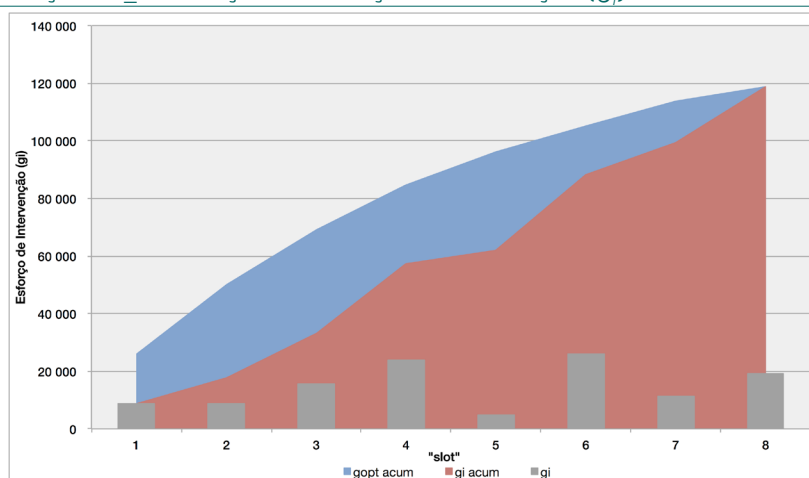
Solução S6_A: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



Finalmente na Figura 05.24 apresentamos os resultados para o objectivo 3.

Figura 05.24.

Solução S6_A: Evolução do esforço de intervenção (g.)



02.01.01.07> Solução não-dominada S7_A (métrica L_1)

Esta solução será aquela que minimiza a soma das distâncias dos três objectivos normalizados à *solução ideal*.

Verificou-se (ver Tabela 05.11, página 198), que os resultados obtidos para esta solução são semelhantes aos obtidos e descritos para as soluções S4_A e S5.

02.01.01.08> Solução não-dominada S8_A (métrica L_{∞})

A Tabela 05.10 apresenta a sequência das UI para esta solução e os valores acumulados de G_i (retorno financeiro), C_i (custos da intervenção) e a respectiva diferença ou saldo ($G_i - C_i$) que representa, assim, o valor de R no início de cada fase da intervenção.

Tabela 05.10.

Solução S8_A: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8
	UI 7	UI 3	UI 6	UI 4	UI 8	UI 2	UI 1	UI 5
G_i	3 602	13 869	41 564	89 352	155 557	229 551	291 765	334 631
c_i	12 005	28 285	54 930	79 367	99 088	108 335	117 374	122 170
$G_i - c_i = R$	-8 403	-14 416	-13 367	9 985	56 469	121 215	174 391	212 461
R_{ideal}	-7 497	-7 318	-5 362	-5 096	15 900	63 781	123 061	178 374

Os gráficos das Figura 05.25 e Figura 05.26 permitem ao AD obter uma percepção mais clara da evolução dos valores de G_i , C_i e R .

Figura 05.25.

Solução S8_A: Evolução G_i , C_i e R

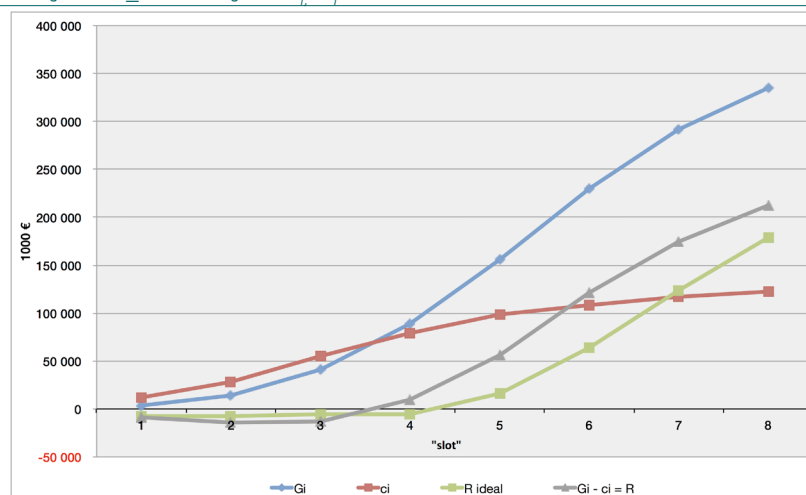
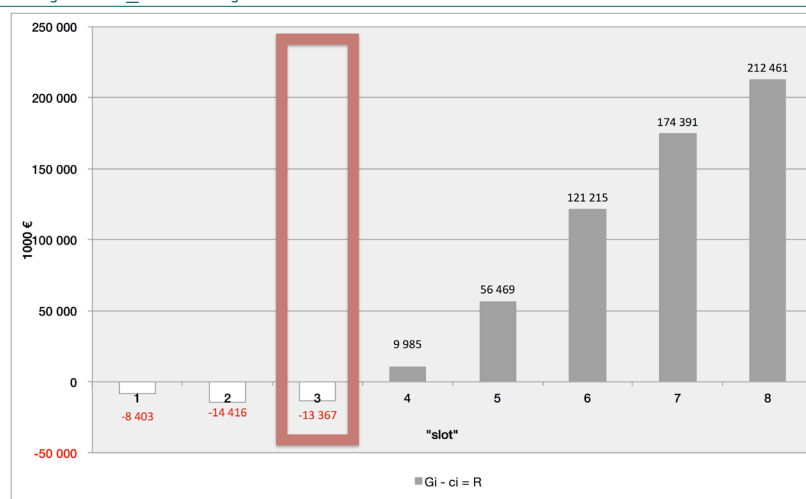


Figura 05.26.

Solução S8_A: Evolução R

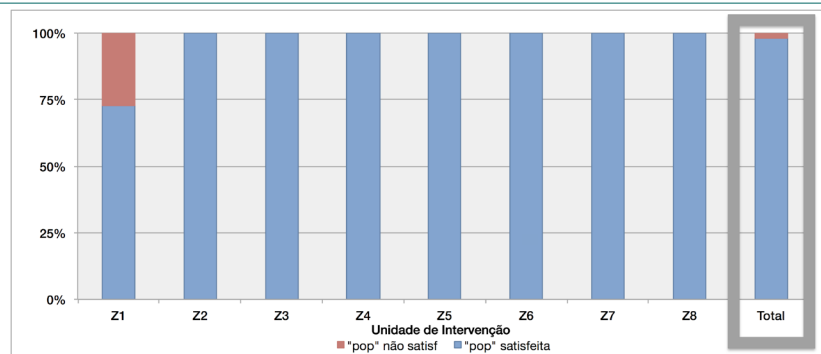


Nesta solução o montante máximo R seria de 13,367 milhões de Euros, 6,9 milhões de Euros a mais que o valor óptimo, e ocorreria no início da 3.ª UI.

Na Figura 05.27 apresentam-se os resultados para o objectivo 2, onde se pode verificar que, em apenas uma UI, as prioridades em relação ao tipo de realojamento não foram satisfeitas a 100%, e que, no conjunto da ORU, o grau de satisfação atinge os 98%.

Figura 05.27.

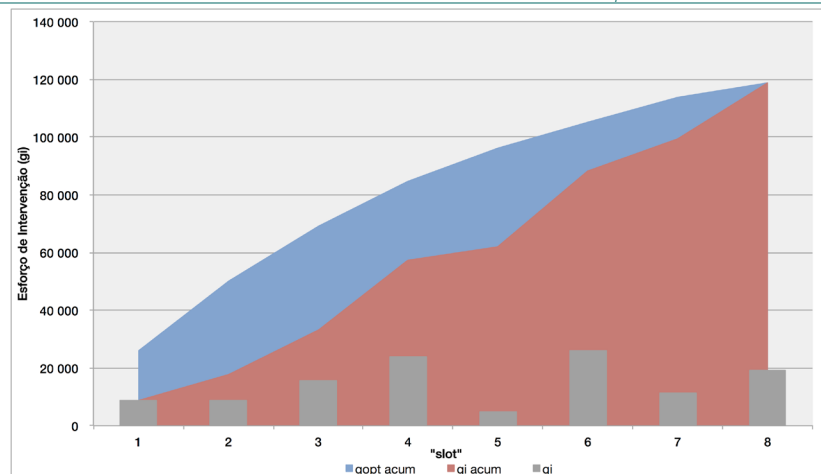
Solução S8_A: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



Finalmente, na Figura 05.28 apresentamos os resultados para o objectivo 3.

Figura 05.28.

Solução S8_A: Evolução do esforço de intervenção (g)



02.01.01.09> Comparação das 8 soluções

Na Tabela 05.11 apresenta-se um quadro resumo que permite a comparação dos resultados obtidos para as oito soluções geradas, em que $R(n)$, $Pri(n)$ e $Dz(n)$ correspondem aos valores normalizados, dos objectivos (originais) R , Pri e Dz . Nas duas últimas linhas da tabela, apresentam-se as distâncias de cada uma das soluções à *solução ideal* normalizada, ΔL_1 e ΔL_∞ , calculadas segundo as métricas Manhattan e de Chebyshev [210], [213], [214].

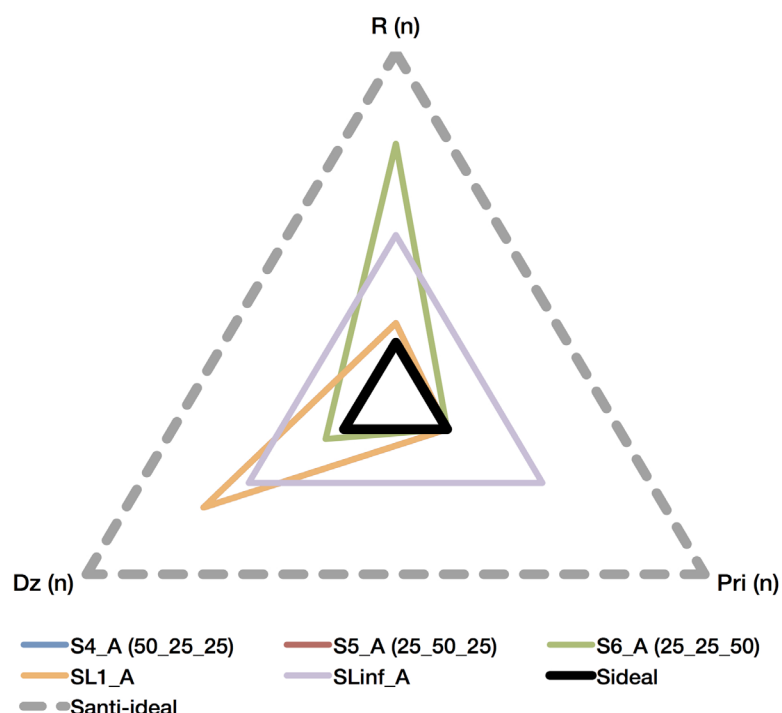
Tabela 05.11. Resumo das 8 soluções geradas

	1.º espaço de soluções			2.º espaço de soluções						3.º espaço de soluções			
Objectivo	S1_A OPT1	S2_A OPT2	S3_A OPT3	S4_A 50_25_25	S5_A 25_50_25	S6_A 25_25_50	S7_A SL1	S8_A SLinf	S ideal	S anti-ideal			
R	7 497	20 652	26 659	8 795	8 795	20 652	8 795	14 582	7 497	26 659			
Pri	8 909	10 000	9 211	10 000	10 000	10 000	10 000	9 596	10 000	8 909			
Dz	20 883	1 515	0	11 331	11 331	1 515	11 331	7 721	0	20 883			
R (n)	0.000	0.686	1.000	0.068	0.068	0.686	0.068	0.370	0.000	1.000			
Pri (n)	1.000	0.000	0.723	0.000	0.000	0.000	0.000	0.370	0.000	1.000			
Dz (n)	1.000	0.073	0.000	0.543	0.543	0.073	0.543	0.370	0.000	1.000			
Dist. à S _{ideal}													
ΔL1 [%]	2.000	76%	1.723	0.610	0.610	0.759	0.610	1.109	-	-			
ΔLinf [%]	1.000	0.686	1.000	0.543	0.543	0.686	0.543	0.370	-	-			

Apresenta-se ainda na Figura 05.29 um gráfico BAGAL que possibilita a representação gráfica do espaço dos objectivos e que pode auxiliar os AD na comparação de soluções e selecção da solução preferida [215].

Figura 05.29.

BAGAL: comparação das soluções S4_A, S5_A, S6_A, SL1_A e SLinf_A



02.01.01.10> Versão MinMax para o objectivo 3 (conjunto de soluções B)

Como referimos no Capítulo 4 (secção 01.05.02> Versão MinMax, pág. 162) desenvolvemos uma versão alternativa para a modelação matemática do objectivo 3 em que o ajuste entre as duas poligonais f' e f (Capítulo 4, Figura 04.03, página 161) é efectuado através

da minimização da maior, M , das distâncias entre vértices correspondentes das duas poligonais. Este ajuste diverge assim, do anterior, o qual era efectuado pela minimização da média das distâncias.

Assim, vamos agora apresentar alguns resultados obtidos por esta versão, B, do modelo. Aqui focou-se essencialmente a questão de verificar se o ajuste entre a referidas curvas seria de facto melhor.

Na Tabela 05.12 apresenta-se um resumo dos resultados obtidos por esta versão (soluções S1_B a S8_B, na parte superior da tabela), em comparação com a versão anterior (*Med*, soluções S1_A a S8_A, parte inferior da tabela). Para que a comparação entre soluções equivalentes das duas versões fosse mais fácil, apresentamos também o cálculo do valor de M (diferença máxima entre vértices das duas poligonais), obtido a partir da versão *Med*.

Tabela 05.12. Resumo das 8 soluções geradas - versão MinMax vs versão Med

	1.º espaço de soluções			2.º espaço de soluções			3.º espaço de soluções				
	min max										
Objectivo	S1_B OPT1	S2_B OPT2	S3_B OPT3	S4_B 50_25_25	S5_B 25_50_25	S6_B 25_25_50	S7_B SL1	S8_B SLinf	S ideal	S anti-ideal	
R	7 497	26 986	26 659	8 632	8 632	26 660	8 632	17 202	7 497	26 986	
Pri	9 212	10 000	9 857	10 000	10 000	10 000	10 000	9 607	10 000	9 212	
M	44 129	10 256	0	29 705	29 705	59	29 705	21 974	0	44 129	
R (n)	0.000	1.000	0.983	0.058	0.058	0.983	0.058	0.498	0.000	1.000	
Pri (n)	1.000	0.000	0.182	0.000	0.000	0.000	0.000	0.498	0.000	1.000	
M (n)	1.000	0.232	0.000	0.673	0.673	0.001	0.673	0.498	0.000	1.000	
Dist. à S _{ideal}											
ΔL1 [%]	2.000	123%	1.165	0.731	0.731	0.985	0.731	1.494	-	-	
ΔLinf [%]	1.000	1.000	0.983	0.673	0.673	0.983	0.673	0.498	-	-	
	med										
Objectivo	S1_A OPT1	S2_A OPT2	S3_A OPT3	S4_A 50_25_25	S5_A 25_50_25	S6_A 25_25_50	S7_A SL1	S8_A SLinf	S ideal	S anti-ideal	
R	7 497	20 652	26 659	8 795	8 795	20 652	8 795	14 582	7 497	26 659	
Pri	8 909	10 000	9 211	10 000	10 000	10 000	10 000	9 596	10 000	8 909	
M	44 129	8 384	0	29 764	29 764	8 384	29 764	23 128	0	44 129	
Dz	20 883	1 515	0	11 331	11 331	1 515	11 331	7 721	0	20 883	
R (n)	0.000	0.686	1.000	0.068	0.068	0.686	0.068	0.370	0.000	1.000	
Pri (n)	1.000	0.000	0.723	0.000	0.000	0.000	0.000	0.370	0.000	1.000	
M (n)	1.000	0.190	0.000	0.674	0.674	0.190	0.674	0.524	0.000	1.000	
Dist. à S _{ideal}											
ΔL1 [%]	2.000	88%	1.723	0.742	0.742	0.876	0.742	1.264	-	-	
ΔLinf [%]	1.000	0.686	1.000	0.674	0.674	0.686	0.674	0.524	-	-	

Observa-se que existem diferenças de resultados finais entre as duas versões, mas que aparentam não ser significativas. Todavia, os valores de M são sempre menores na versão *MinMax*, parecendo por isso indicar que o ajuste entre curvas será melhor nesta versão.

Esse facto, pode ser melhor observado na Figura 05.30 onde é apresentado a evolução do esforço de intervenção para as soluções S7_A (*Med*) e S7_B (*MinMax*) - ambas soluções *não-dominadas* foram obtidas utilizando a métrica L_1 onde se verifica que de facto a versão *MinMax* apresenta um ajuste melhor.

Esta melhoria é claramente consequência de alteração na sequência das UI (Tabela 05.13).

Figura 05.30.

Solução S7_A (*Med*) vs solução S7_B (*MinMax*): Evolução do esforço de intervenção (g_i)

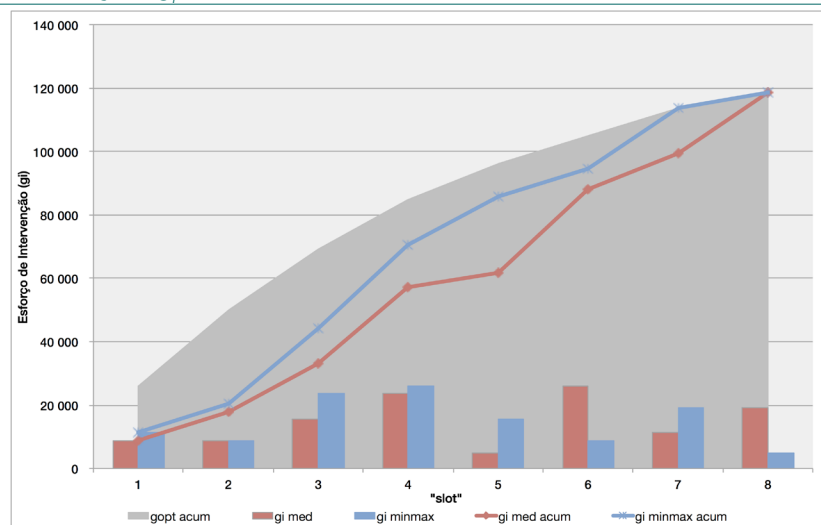


Tabela 05.13.

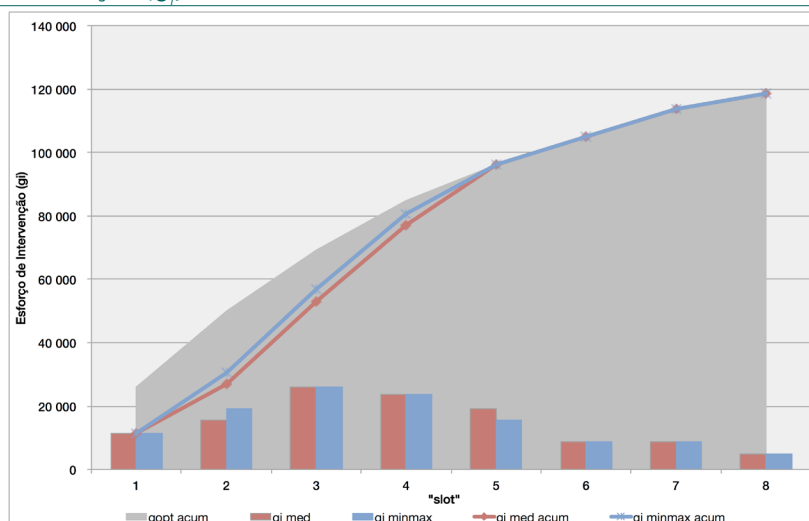
Solução S7_A (*Med*) vs solução S7_B (*MinMax*): Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8
	UI 7	UI 1	UI 4	UI 6	UI 8	UI 3	UI 2	UI 5
Gi med	3 297	12 583	36 671	75 410	130 760	202 468	270 470	321 060
ci med	12 005	21 029	45 466	72 112	91 833	108 156	117 403	122 198
Gi - ci = R med	-8 708	-8 447	-8 795	3 299	38 927	94 312	153 067	198 862
"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8
	UI 7	UI 2	UI 4	UI 6	UI 3	UI 1	UI 8	UI 5
Gi minmax	3 373	12 901	37 855	78 510	135 309	205 652	268 124	311 912
ci minmax	12 005	21 253	45 689	72 335	88 658	97 682	117 403	122 198
Gi - ci = R minma	-8 632	-8 351	-7 834	6 175	46 652	107 970	150 721	189 714

Resultado semelhante é o que se verifica para as soluções S8_A (*Med*) e S8_B (*MinMax*) - ambas soluções *não-dominadas* obtidas utilizando a métrica L_∞ (Figura 05.31).

Figura 05.31.

Solução S8_A (Med) vs solução S8_B (MinMax): Evolução do esforço de intervenção (g_i)



Existindo, também, alteração na sequência das UI (Tabela 05.13).

Tabela 05.14.

Solução S8_A (Med) vs solução S8_B (MinMax): Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8
	UI 7	UI 3	UI 6	UI 4	UI 8	UI 2	UI 1	UI 5
Gi med	3 602	13 869	41 564	89 352	155 557	229 551	291 765	334 631
ci med	12 005	28 285	54 930	79 367	99 088	108 335	117 374	122 170
Gi - ci = R med	-8 403	-14 416	-13 367	9 985	56 469	121 215	174 391	212 461
"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8
	UI 7	UI 8	UI 6	UI 4	UI 3	UI 2	UI 1	UI 5
Gi minmax	3 749	14 484	43 856	95 438	165 077	239 070	297 852	336 923
ci minmax	11 988	31 686	58 332	82 769	99 090	108 337	117 376	122 172
Gi - ci = R minma	-8 239	-17 202	-14 476	12 670	65 987	130 733	180 476	214 752

Para o objectivo 1, ambas as versões apresentam resultados similares (Figura 05.32 e Figura 05.33).

No entanto, para o objectivo 2 existe alguma diferença na comparação entre as soluções S7_A (Med) e S7_B (MinMax), uma vez que nesta última se verifica que as prioridades em relação ao tipo de realojamento são satisfeitas a 100% (Figura 05.34), mas o mesmo já não se verifica na comparação entre as soluções S8_A (Med) e S8_B (MinMax).

Figura 05.32.

Solução S7_A (Med) vs solução S7_B (MinMax): Evolução R

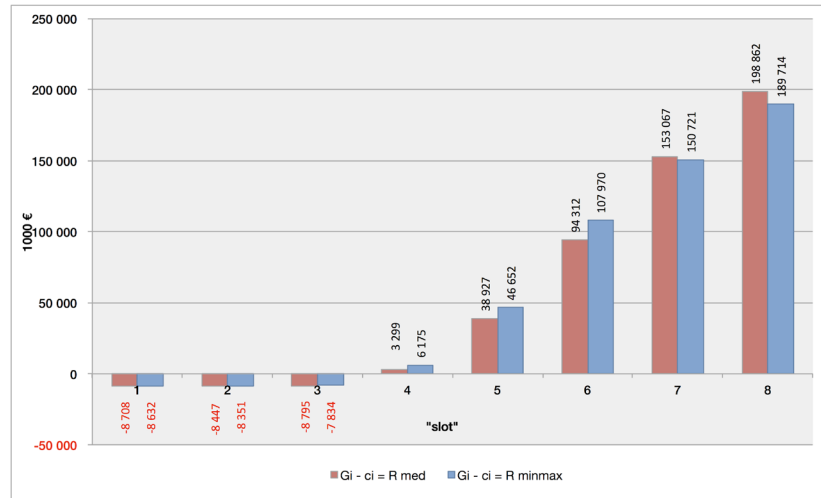


Figura 05.33.

Solução S8_A (Med) vs solução S8_B (MinMax): Evolução R

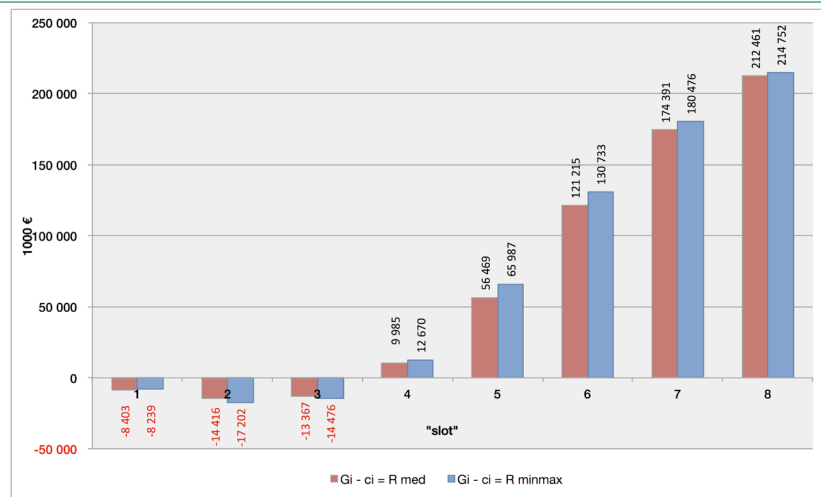


Figura 05.34.

Solução S7_A (Med) vs solução S7_B (MinMax): Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI

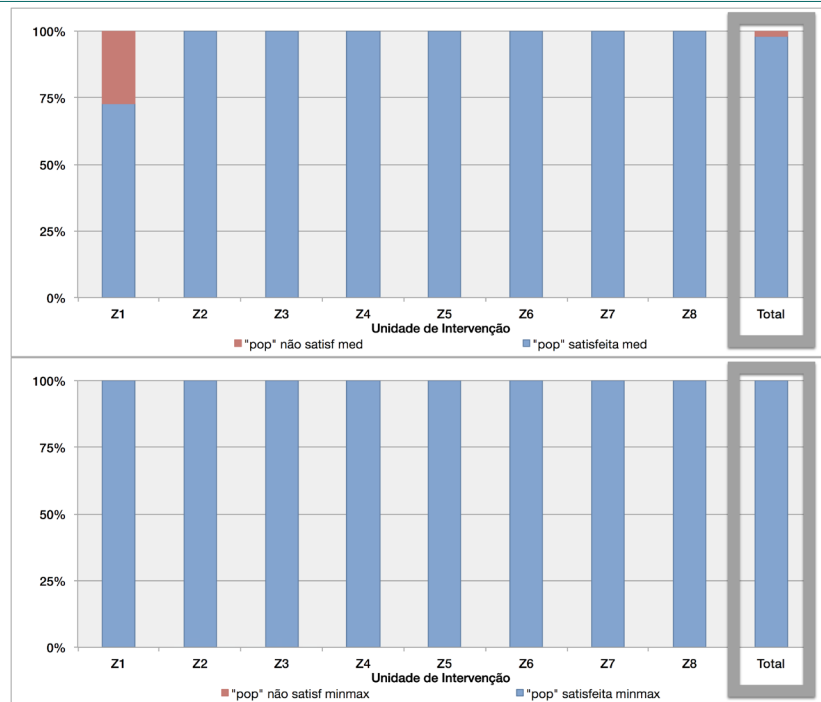
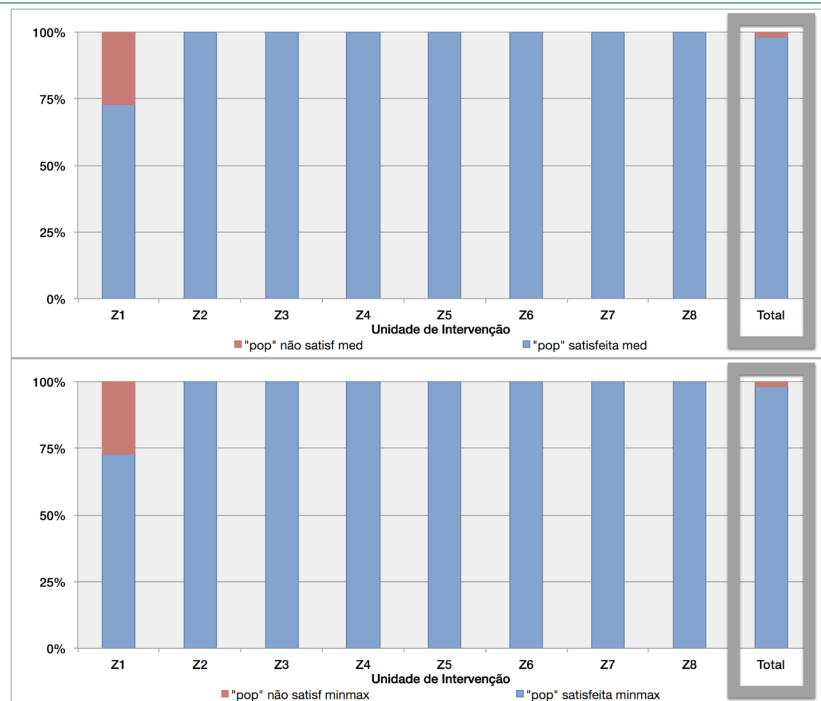


Figura 05.35.

Solução S8_A (Med) vs solução S8_B (MinMax): Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



02.01.02> Resultados: Cenário 2 (conjunto de soluções C)

Como referimos, admitimos no caso de estudo uma segunda hipótese (Cenário 2) para o cálculo dos proveitos resultantes da comercialização dos imóveis em que, ao contrário do que aconteceu no cenário 1, também foram contabilizados as receitas de imóveis não devolutos resultantes por exemplo, do aumento das rendas após a intervenção de regeneração.

Na Tabela 05.15 apresentam-se os resultados obtidos para este cenário (soluções S1_C a S8_C, na parte superior da tabela) e para comparação os obtidos para o Cenário 1 (soluções S1_B a S8_B, parte inferior da tabela). Refira-se ainda, que os resultados apresentados foram obtidos para a versão *MinMax* do modelo.

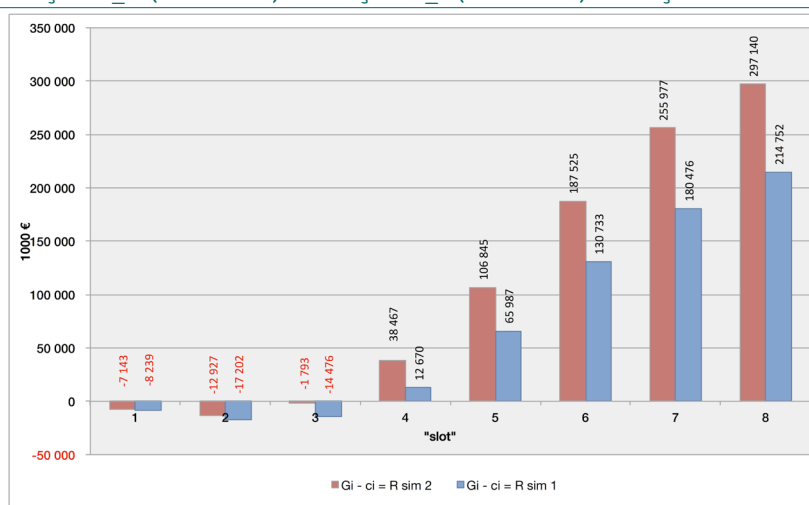
Tabela 05.15. Resumo das 8 soluções geradas (MinMax) - Cenário 1 vs Cenário 2

	1.º espaço de soluções			2.º espaço de soluções			3.º espaço de soluções				
	Cenário 2										
Objectivo	S1_C OPT1	S2_C OPT2	S3_C OPT3	S4_C 50_25_25	S5_C 25_50_25	S6_C 25_25_50	S7_C SL1	S8_C SLinf	S ideal	S anti-ideal	
R	5 816	17 548	22 582	6 572	7 531	22 583	7 532	13 205	5 816	22 582	
Pri	8 750	10 000	9 719	10 000	10 000	10 000	10 000	9 449	10 000	8 750	
M	44 129	14 744	0	33 873	29 705	59	29 705	19 449	0	44 129	
R (n)	0.000	0.700	1.000	0.045	0.102	1.000	0.102	0.441	0.000	1.000	
Pri (n)	1.000	0.000	0.225	0.000	0.000	0.000	0.000	0.441	0.000	1.000	
M (n)	1.000	0.334	0.000	0.768	0.673	0.001	0.673	0.441	0.000	1.000	
Dist. à S _{ideal}											
ΔL1 [%]	2.000	103%	1.225	0.813	0.775	1.001	0.775	1.322	-	-	
ΔLinf [%]	1.000	0.700	1.000	0.768	0.673	1.000	0.673	0.441	-	-	
	Cenário 1										
Objectivo	S1_B OPT1	S2_B OPT2	S3_B OPT3	S4_B 50_25_25	S5_B 25_50_25	S6_B 25_25_50	S7_B SL1	S8_B SLinf	S ideal	S anti-ideal	
R	7 497	26 986	26 659	8 632	8 632	26 660	8 632	17 202	7 497	26 986	
Pri	9 212	10 000	9 857	10 000	10 000	10 000	10 000	9 607	10 000	9 212	
M	44 129	10 256	0	29 705	29 705	59	29 705	21 974	0	44 129	
R (n)	0.000	1.000	0.983	0.058	0.058	0.983	0.058	0.498	0.000	1.000	
Pri (n)	1.000	0.000	0.182	0.000	0.000	0.000	0.000	0.498	0.000	1.000	
M (n)	1.000	0.232	0.000	0.673	0.673	0.001	0.673	0.498	0.000	1.000	
Dist. à S _{ideal}											
ΔL1 [%]	2.000	123%	1.165	0.731	0.731	0.985	0.731	1.494	-	-	
ΔLinf [%]	1.000	1.000	0.983	0.673	0.673	0.983	0.673	0.498	-	-	

Observa-se que existem diferenças nos resultados finais entre as duas simulações. Estas são mais significativas nos valores do objectivo R, que como seria de esperar são sempre menores no caso do Cenário 2 (de facto, estamos a admitir que os proveitos, ao incluírem os imóveis não devolutos, são maiores).

Para percebermos melhor estas diferenças, comparamos em detalhe este resultados nas duas simulações para a solução *não-dominada* obtida utilizando a métrica L_{∞} (S8_B para o Cenário 1 e S8_C para o Cenário 2). Deste modo, o gráfico da Figura 05.36 permite-nos obter uma percepção mais clara das diferenças atrás referidas na evolução do valor R .

Figura 05.36.

Solução 8_C (Cenário 2) vs solução 8_B (Cenário 1): Evolução R 

Na Tabela 05.16 podemos verificar que a sequência das UI sofre uma ligeira alteração invertendo-se a ordem de execução das duas últimas unidades de intervenção (UI 1 e UI 5).

Tabela 05.16.

Solução S8_C (Cenário 2) vs solução S8_B (Cenário 1): Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

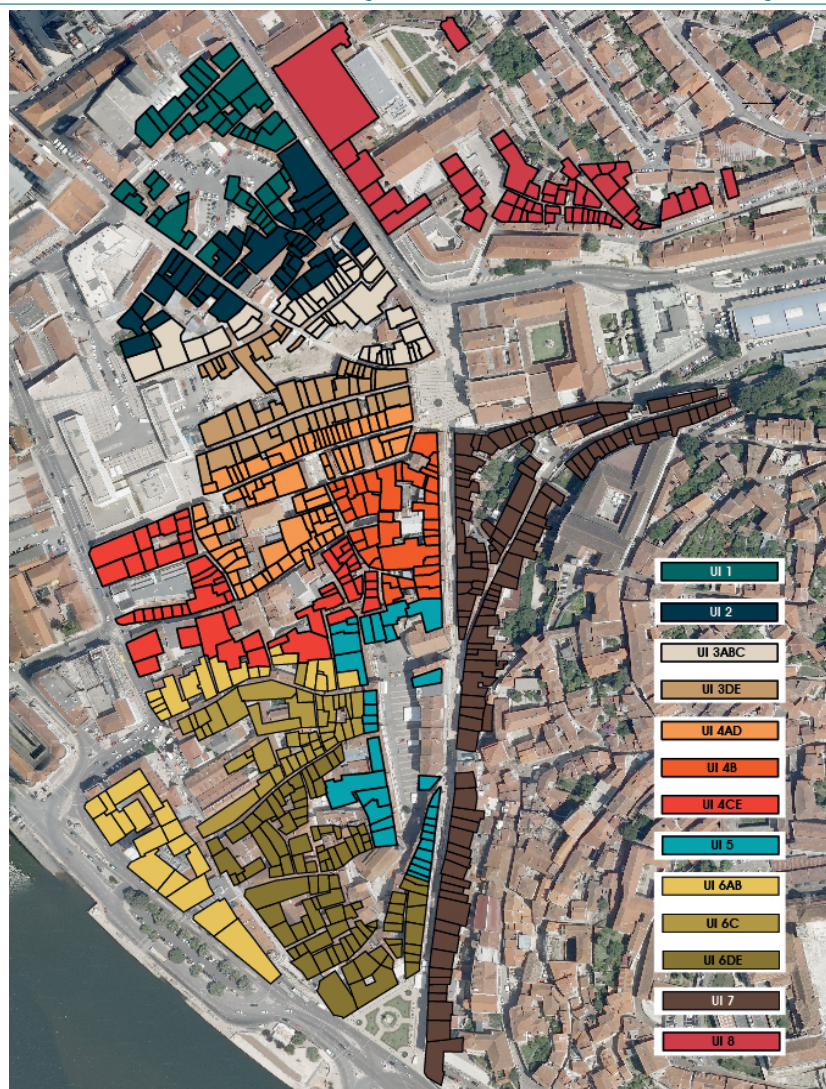
"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8
	UI 7	UI 8	UI 6	UI 4	UI 3	UI 2	UI 5	UI 1
Gi sim 2	4 880	18 817	56 597	121 294	205 995	295 922	369 169	419 396
ci sim 2	12 023	31 744	58 390	82 827	99 150	108 397	113 192	122 256
Gi - ci = R sim 2	-7 143	-12 927	-1 793	38 467	106 845	187 525	255 977	297 140
"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8
	UI 7	UI 8	UI 6	UI 4	UI 3	UI 2	UI 1	UI 5
Gi sim 1	3 749	14 484	43 856	95 438	165 077	239 070	297 852	336 923
ci sim 1	11 988	31 686	58 332	82 769	99 090	108 337	117 376	122 172
Gi - ci = R sim 1	-8 239	-17 202	-14 476	12 670	65 987	130 733	180 476	214 752

02.02> Hipótese II (13 unidades de intervenção)

Pareceu-nos também interessante, analisar o efeitos de a intervenção na ARU ser efectuada num número maior de UI. Deste modo, partindo das oito UI (originais) dividimos aquelas que apresentavam uma área de intervenção maior (UI 3, UI 4 e UI 6), procurando obter UI com áreas de intervenção mais semelhantes e também, mais próximas. Obtivemos assim, as treze UI que apresentamos na Figura 05.37.

Figura 05.37.

Planta da ARU com identificação das 13 unidades de intervenção



Assim definidas e delimitadas as UI (Figura 05.37, página 206) e partindo da caracterização de cada um dos edifícios, apresentamos os dados agregados para cada uma das treze UI que apresentamos na Tabela 05.17, página 207.

Tabela 05.17. Dados para modelo MO (13 unidades de intervenção)

Unidades de intervenção		Fracções a serem realojadas	Fracções disponíveis para realojamento	Área a reabilitar [m²]	Densidade média de intervenção	Custo de intervenção [1000 €]	Retorno financeiro após intervenção [1000 €]	
i	UI	p _i	d _i	a _i	e _i	c _i	G _i [Cena 1]	G _i [Cena 2]
1	UI 1	22	2	16 916	0.52	8 901	18 250	25 878
2	UI 2	12	5	21 007	0.43	8 961	24 829	32 136
3	UI 3ABC	34	3	15 927	0.49	7 789	21 055	24 841
4	UI 3DE	24	15	18 028	0.43	7 775	18 462	26 387
5	UI 4AD	22	3	22 196	0.38	8 357	25 971	33 074
6	UI 4B	6	9	18 950	0.38	7 178	24 535	29 278
7	UI 4CE	57	7	26 370	0.31	8 215	27 944	37 159
8	UI 5	12	11	21 787	0.22	4 775	21 084	28 452
9	UI 6AB	0	1	27 431	0.35	9 500	38 439	39 717
10	UI 6C	28	3	20 439	0.34	6 995	25 536	30 637
11	UI 6DE	33	20	36 431	0.27	10 012	43 345	52 022
12	UI 7	26	41	54 000	0.21	11 472	55 615	73 700
13	UI 8	41	25	40 540	0.47	19 258	51 986	66 217

Os pressupostos considerados na agregação dos dados foram semelhantes aos utilizados e descritos para a hipótese I (8 UI) - ver secção 02.01 >, página 174.

A distribuição dos tipos de população para as treze UI é apresentada na Tabela 05.18. Na Tabela 05.19 apresenta-se a importância atribuída à possibilidade de realojamento de cada tipo de população segundo cada um dos tipos de realojamento.

Tabela 05.18. Distribuição dos tipos de população (13 unidades de intervenção)

Tipo de população	Fracção da população a realojar na zona i que pertence ao tipo de população k												
k	Unidade de Intervenção												
	UI 1	UI 2ABCD	UI 3ABC	UI 3DE	UI 4AD	UI 4B	UI 4CE	UI 5	UI 6AB	UI 6C	UI 6DE	UI 7	UI 8
1	86.4%	16.7%	37.2%	58.3%	85.0%	50.0%	64.8%	70.0%	58.3%	85.0%	50.0%	64.8%	70.0%
2	4.5%	50.0%	25.6%	41.7%	0.0%	50.0%	35.2%	30.0%	41.7%	0.0%	50.0%	35.2%	30.0%
3	9.1%	33.3%	37.2%	0.0%	15.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	15.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Tabela 05.19.

Importância do realojamento segundo o tipo de realojamento (13 unidades de intervenção)

Tipo de população	π_{kj} - importância do realojamento da população do tipo k segundo o tipo de realojamento j		
k	Tipo de Realojamento		
	1	2	3
1	10	2	0
2	5	10	0
3	0	5	10

Os custos financeiros associados a cada um dos tipos de realojamento, são também os já definidos para as 8 UI.

Devido à dimensão e extensão dos resultados para as várias simulações/versões, vamos apresentar apenas os resultados para o caso do Cenário 1/versão MinMax - por ser a mais desfavorável no que diz respeito às necessidades de investimento e a que apresentou melhores resultados na maximização da eficiência do esforço de intervenção.

02.02.01 > Resultados: Cenário 1 / versão MinMax (conjunto de soluções D)

Para este primeiro cenário e antes de apresentarmos o resumo e comparação dos resultados para as oito soluções obtidas, vamos detalhar e analisar os resultados individuais de cada uma das soluções de forma a obtermos uma ideia mais clara dos resultados obtidos.

02.02.01.01 > Solução S1_D: Óptimo individual do objectivo 1

Como já referimos, a primeira solução apresentada (S1_D) representa a solução que minimiza o valor R de "sustentabilidade" da ORU (ver Capítulo 4, secção 01.03>, página 156).

A Tabela 05.20 apresenta a sequência das UI que minimiza este objectivo e os valores acumulados de G_i , C_i e o valor de R no início de cada fase da intervenção. As Figura 05.38 e Figura 05.39 permitem ao AD observar a evolução dos valores de G_i , C_i e R .

Tabela 05.20. Solução S1_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
UI	6C	5	7	8	6DE	6AB	4CE	4AD	2	1	3DE	3ABC	4B
G_i	1 723	6 661	20 253	44 936	81 641	126 926	172 053	212 235	246 219	274 938	300 118	322 256	342 318
C_i	7 051	11 859	23 793	43 473	53 841	63 341	71 720	80 247	89 398	100 142	107 990	116 211	130 566
$G_i - C_i = R$	-5 328	-5 198	-3 541	1 463	27 800	63 585	100 333	131 988	156 821	174 795	192 128	206 045	211 752
R_{ideal}	-5 328	-5 198	-3 541	1 463	27 800	63 585	100 333	131 988	156 821	174 795	192 128	206 045	211 752

Figura 05.38. Solução S1_D: Evolução G_i , C_i e R

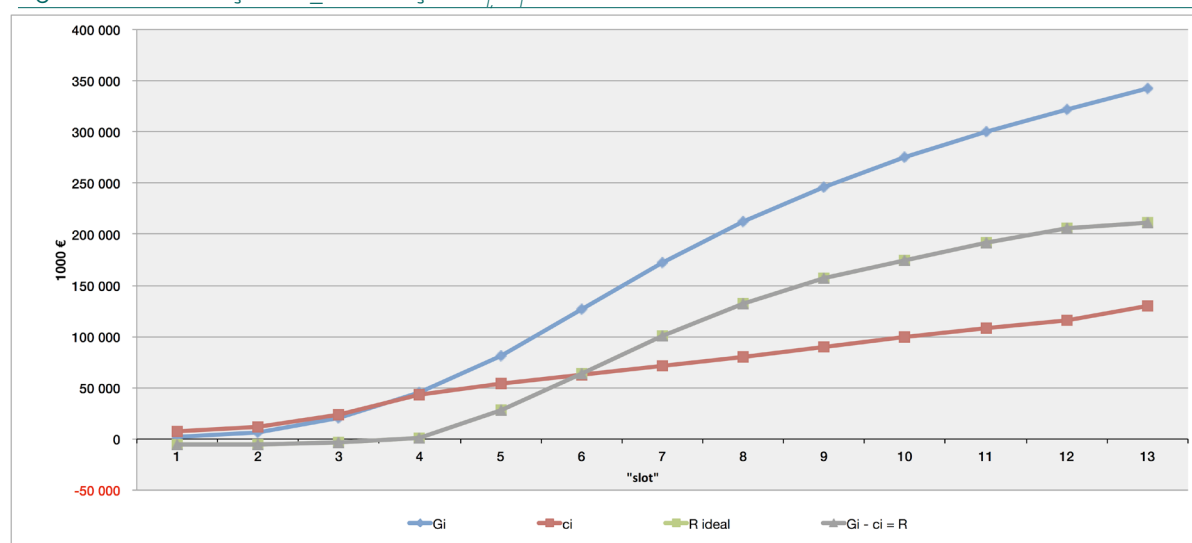
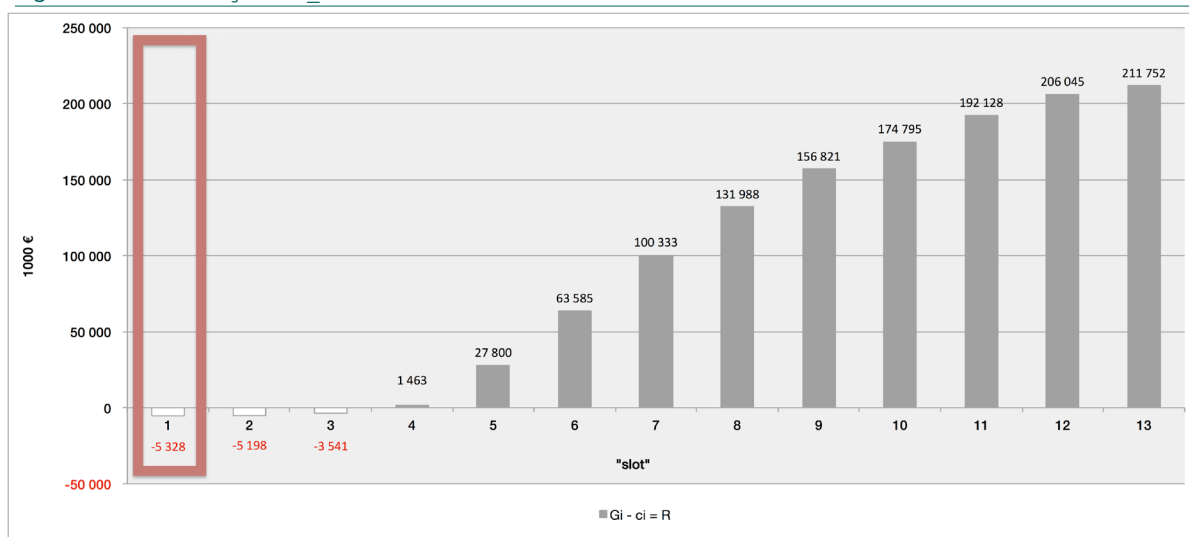


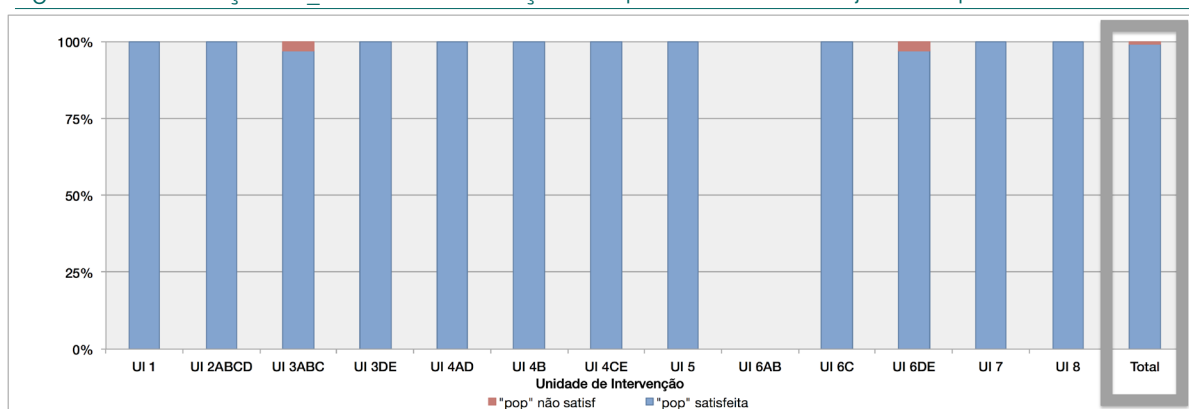
Figura 05.39. Solução S1_D: R



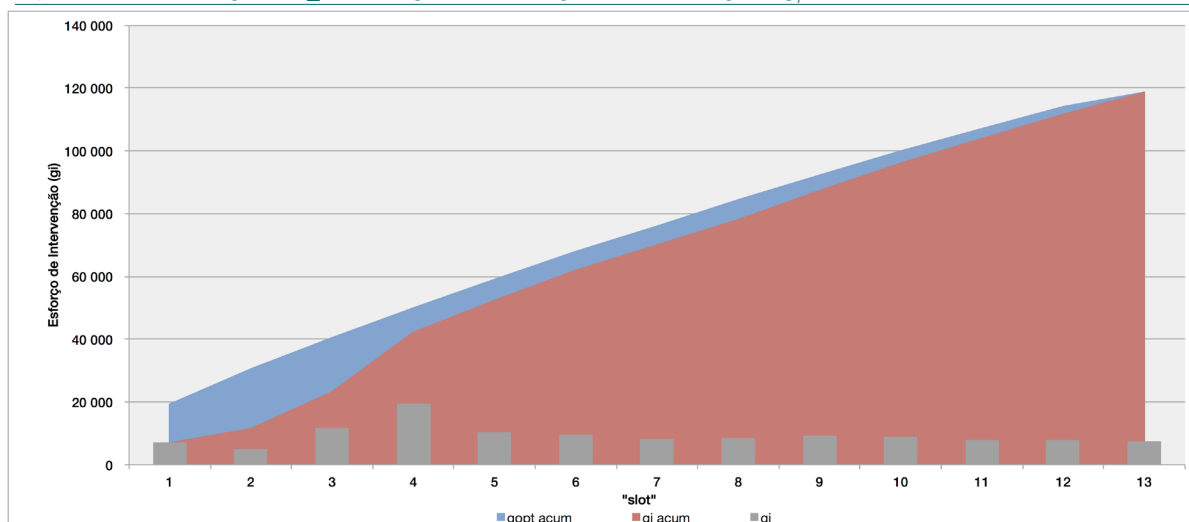
Se o único objectivo passasse por optimizar o valor R seria de 5,328 milhões de Euros (quase 30% abaixo do valor obtido para a hipótese I com 8 UI - S1_B) e ocorreria logo no início da ORU.

Apresentamos na Figura 05.40 os resultados, para cada UI, com a percentagem de "fracções" cujas prioridades foram respeitadas. Verifica-se que nas UI 3ABC e UI 6DE as prioridades em relação ao tipo de realojamento não foram totalmente satisfeitas. No entanto o grau de satisfação para o total da ORU é de 99%. A UI 6AB não tem fracções a necessitar de realojamento.

Figura 05.40. Solução S1_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



Na Figura 05.41 apresentamos o resultados para o objectivo 3.

Figura 05.41. Solução S1_D: Evolução do esforço de intervenção (g_i)

02.02.01.02> Solução S2_D: Ótimo individual do objectivo 2

A solução (S2_D) representa a solução que otimiza o objectivo 2, isto é, que maximiza a adequabilidade do realojamento às prioridades definidas para cada par Tipo de população/Tipo de realojamento.

A Tabela 05.21 apresenta a sequência das UI que maximiza este objectivo e os valores acumulados de G_i , C_i e R no início de cada fase da intervenção.

Tabela 05.21. Solução S2_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	UI 7	UI 6DE	UI 8	UI 5	UI 1	UI 4CE	UI 4AD	UI 4B	UI 6AB	UI 2ABCD	UI 3ABC	UI 6C	UI 3DE
G_i	3 459	13 241	38 820	77 981	119 358	154 165	180 882	205 635	231 525	258 649	287 707	316 206	341 272
c_i	11 934	22 302	41 982	46 791	57 534	65 913	74 440	81 637	91 137	100 289	108 508	115 587	131 137
$G_i - c_i = R$	-8 476	-9 062	-3 163	31 190	61 823	88 252	106 442	123 997	140 388	158 360	179 199	200 618	210 135
R_{ideal}	-5 328	-5 198	-3 541	1 463	27 800	63 585	100 333	131 988	156 821	174 795	192 128	206 045	211 752

As Figura 05.42 e Figura 05.43 permitem ao AD obter uma percepção mais clara da evolução dos valores de G_i , C_i e R .

Verifica-se que o montante máximo que a entidade gestora teria de disponibilizar (ter "em caixa") seria de 9,062 milhões de Euros (70% mais que o valor obtido para o ótimo individual - solução S1_C) e ocorreria na execução da 2.ª unidade de intervenção.

Apresentamos na Figura 05.42 os resultados para o objectivo 2. Verifica-se que os resultados são iguais aos da solução S1_D. Mas nas UI 3ABC e UI 6DE as prioridades em relação ao tipo de realojamento não foram totalmente satisfeitas e o grau de satisfação para o total da ORU é de 99%.

Figura 05.42. Solução S2_D: Evolução G , C , e R

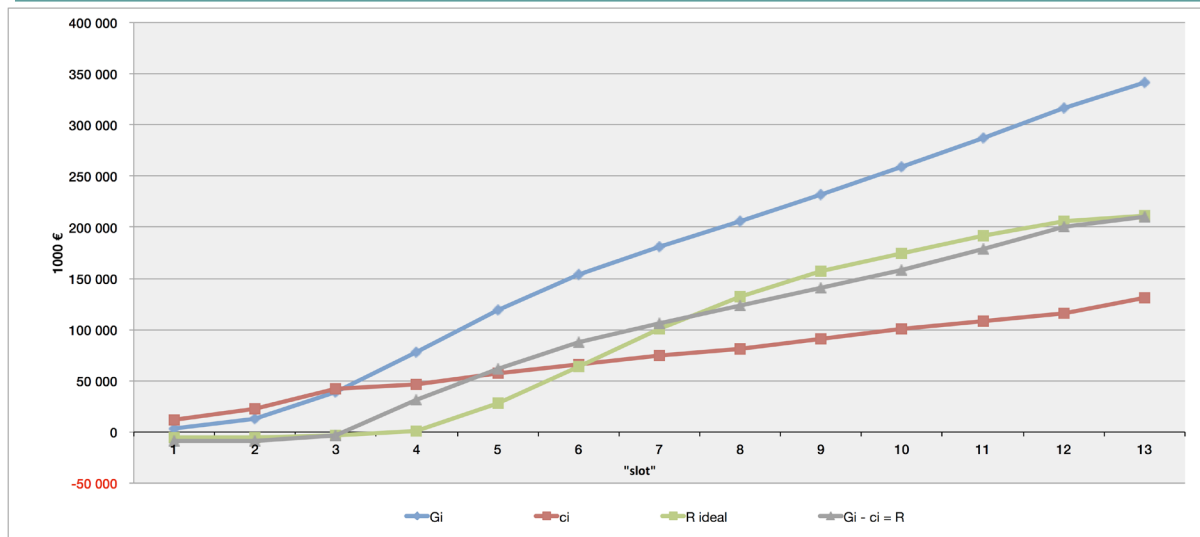


Figura 05.43. Solução S2_D: Evolução R

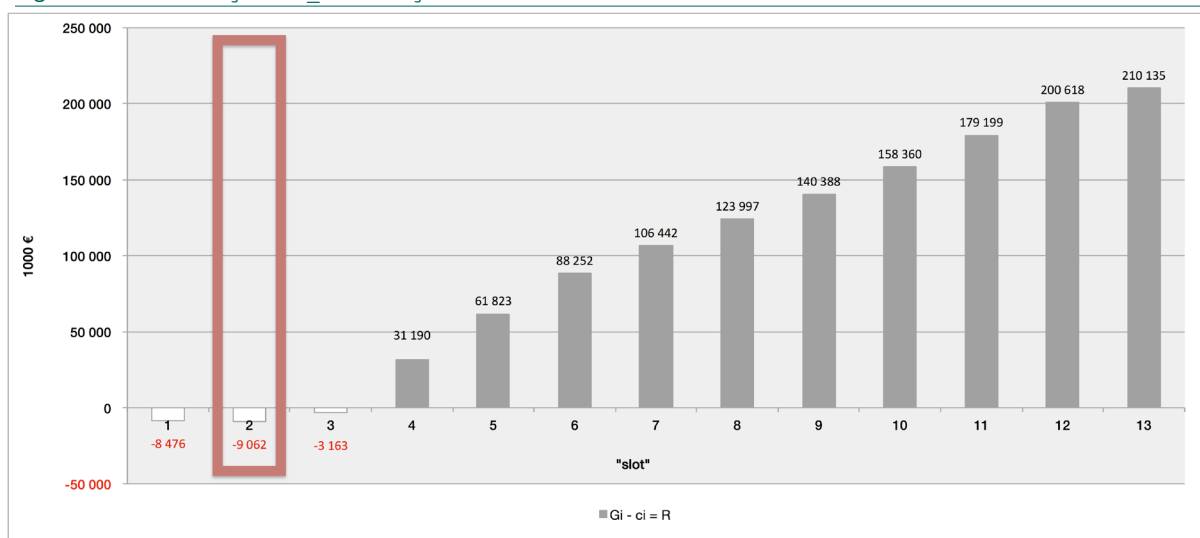
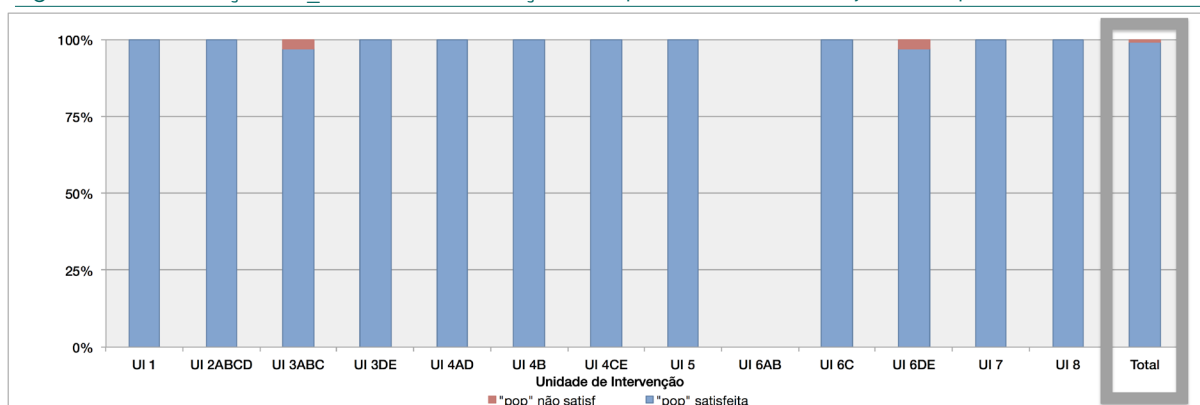
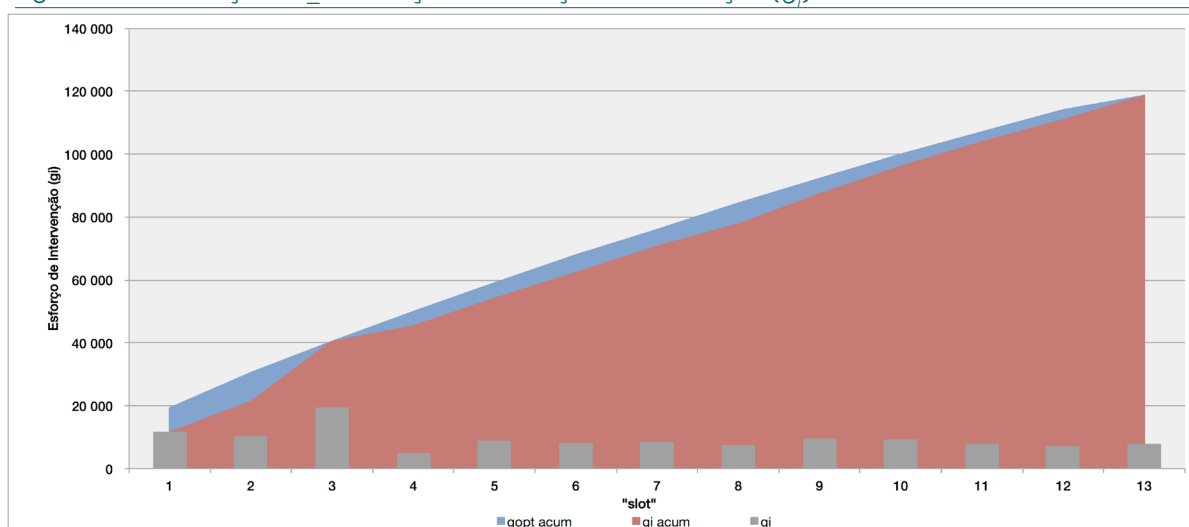


Figura 05.44. Solução S2_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



Na Figura 05.41 apresentamos o resultados para o objectivo 3, onde se pode observar o desfasamento na evolução do *esforço de intervenção* em relação à solução "ideal".

Figura 05.45. Solução S2_D: Evolução do esforço de intervenção (g_i)



02.02.01.03> Solução S3_D: Óptimo individual do objectivo 3

A solução (S3_D) representa a solução que maximiza o *esforço de intervenção*, g_i . A Tabela 05.22 apresenta a sequência das UI que maximiza este objectivo e os valores acumulados de G_i , C_i e o valor de R no início de cada fase da intervenção.

Tabela 05.22. Solução S3_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	UI 8	UI 7	UI 6DE	UI 6AB	UI 2	UI 1	UI 4AD	UI 4CE	UI 3ABC	UI 3DE	UI 4B	UI 6C	UI 5
G_i	3 411	13 125	39 082	80 471	125 022	164 626	196 764	222 646	246 756	271 437	295 108	317 061	339 062
c_i	19 680	31 614	41 982	51 482	60 634	71 378	79 904	88 283	96 534	104 357	111 554	118 640	128 190
$G_i - c_i = R$	-16 269	-18 490	-2 900	28 989	64 388	93 248	116 860	134 363	150 222	167 080	183 554	198 421	210 872
R ideal	-5 328	-5 198	-3 541	1 463	27 800	63 585	100 333	131 988	156 821	174 795	192 128	206 045	211 752

Os gráficos das Figura 05.46 e Figura 05.47 permitem-nos obter uma percepção mais clara da evolução dos valores de G_i , C_i e R .

Figura 05.46. Solução S3_D: Evolução G_i , C_i e R

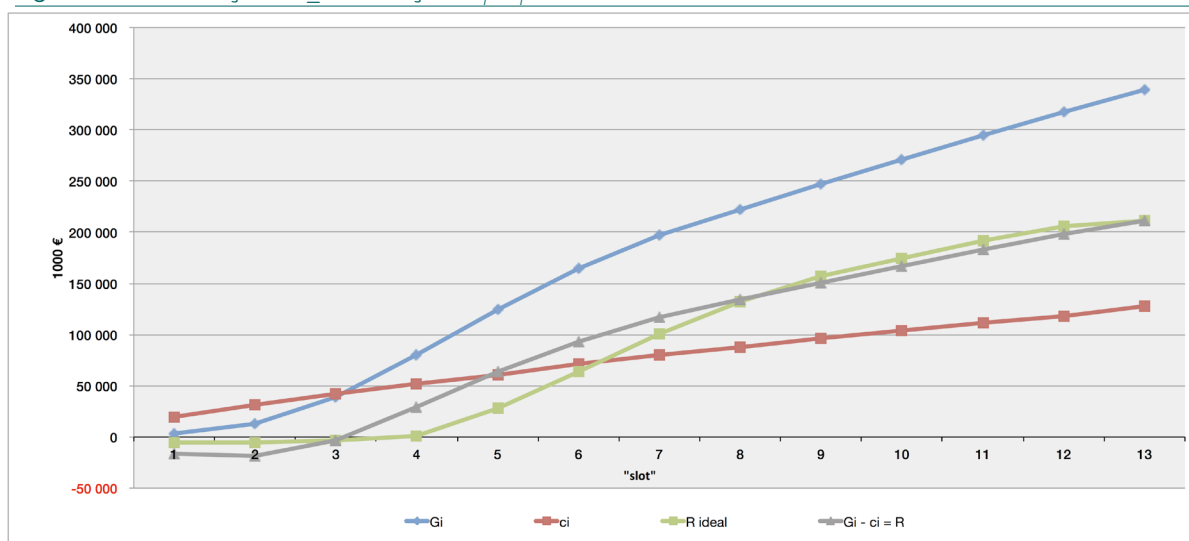
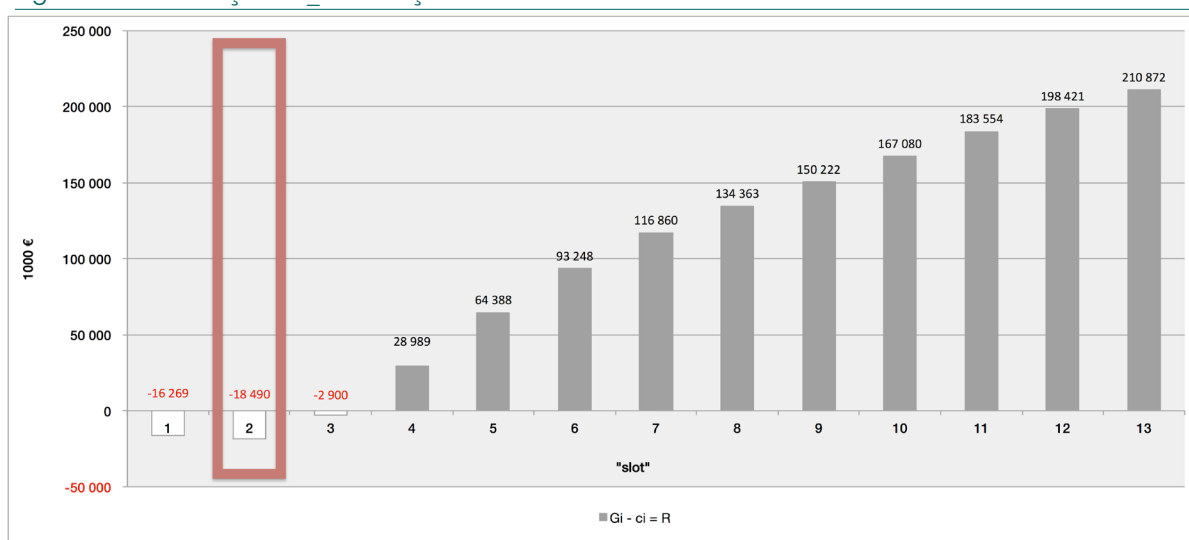


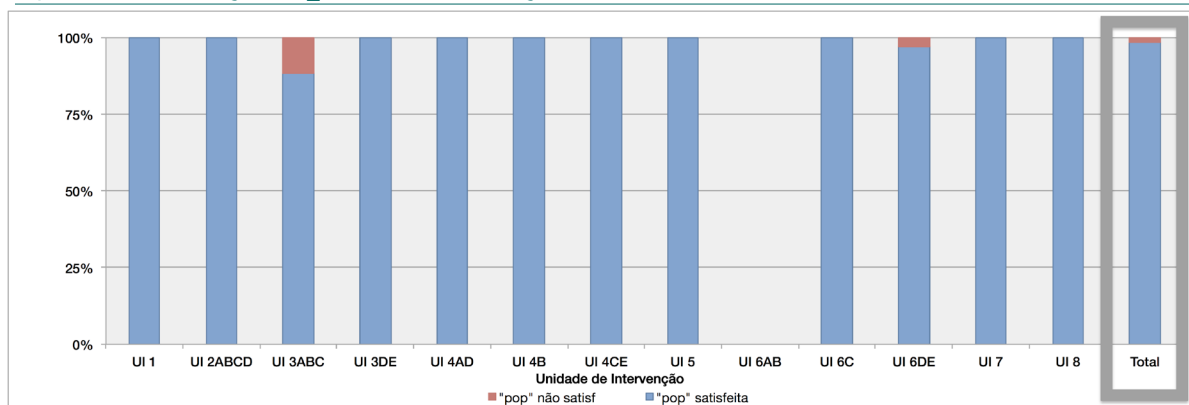
Figura 05.47. Solução S3_D: Evolução de R



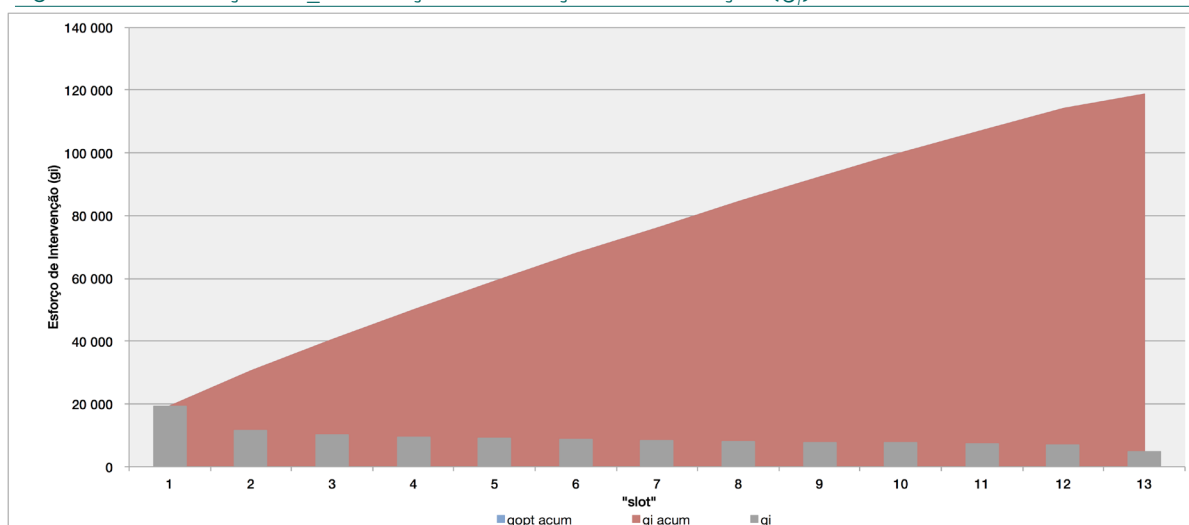
O montante R é de 18,490 milhões de Euros (3,5 vezes o valor obtido para o óptimo individual do objectivo 1 - solução S1_D) e ocorreria na execução da 2.ª unidade de intervenção.

Na Figura 05.48 verifica-se que só nas UI 3ABC e UI 6DE as prioridades em relação ao tipo de realojamento não foram totalmente satisfeitas. No entanto, o grau de satisfação para o total da ORU é de 99%.

Figura 05.48. Solução S3_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



O resultado para o objectivo 3 (maximizar o esforço de intervenção) é apresentado na Figura 05.49.

Figura 05.49. Solução S3_D: Evolução do esforço de intervenção (g_i)

02.02.01.04> Solução não-dominada S4_D ($p_1=0.50$, $p_2=0.25$, $p_3=0.25$)

A partir desta solução passamos a utilizar o modelo normalizado. Pelo que, é este e os respectivos espaços que são referidos.

Como já atrás descrevemos, a solução (S4_D) é uma solução *não-dominada* obtida através da atribuição da seguinte ponderação relativa ("pesos") a cada um dos objectivos [208], [211]: S4_D ($p_1=0.50$, $p_2=0.25$, $p_3=0.25$).

A sequência das UI e os valores acumulados de G_i , C_i e a respectiva diferença ou saldo ($G_i - C_i$) são apresentados na Tabela 05.23.

Tabela 05.23. Solução S4_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	UI 7	UI 6AB	UI 8	UI 6DE	UI 4CE	UI 4AD	UI 2	UI 4B	UI 1	UI 5	UI 6C	UI 3ABC	UI 3DE
Gi	3 416	13 063	38 195	76 750	119 977	162 319	198 506	228 327	254 606	278 805	301 058	322 467	344 387
ci	11 934	21 434	41 114	51 482	59 861	68 388	77 539	84 737	95 481	100 289	107 369	115 587	131 137
Gi - ci = R	-8 519	-8 372	-2 919	25 268	60 116	93 931	120 967	143 590	159 126	178 516	193 690	206 880	213 250
R ideal	-5 328	-5 198	-3 541	1 463	27 800	63 585	100 333	131 988	156 821	174 795	192 128	206 045	211 752

Estes resultados são também apresentados nos gráficos das Figura 05.50 e Figura 05.51.

Figura 05.50. Solução S4_D: Evolução G_i , C_i e R

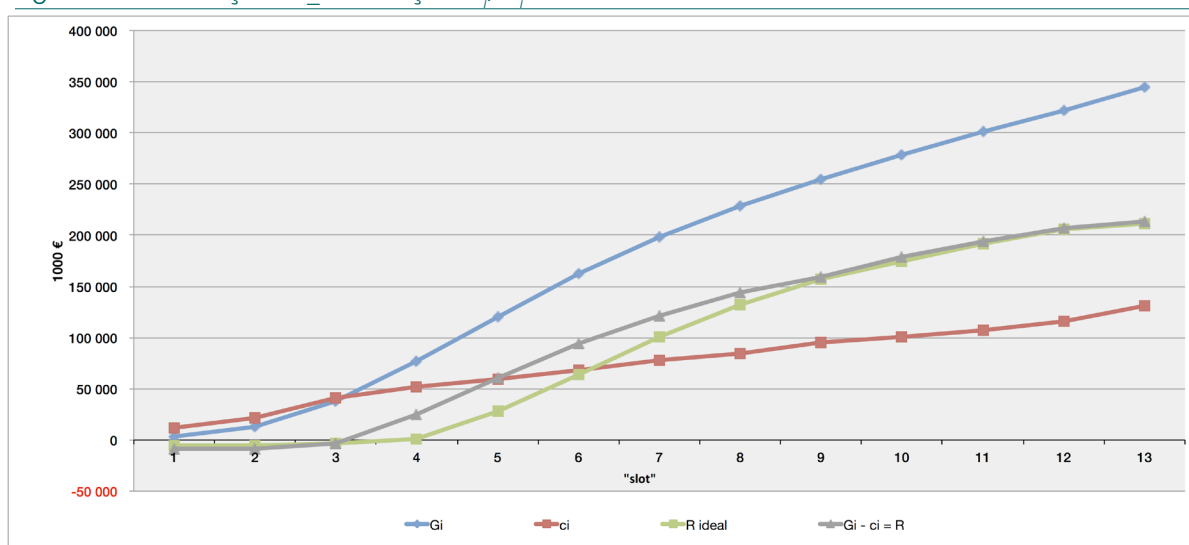
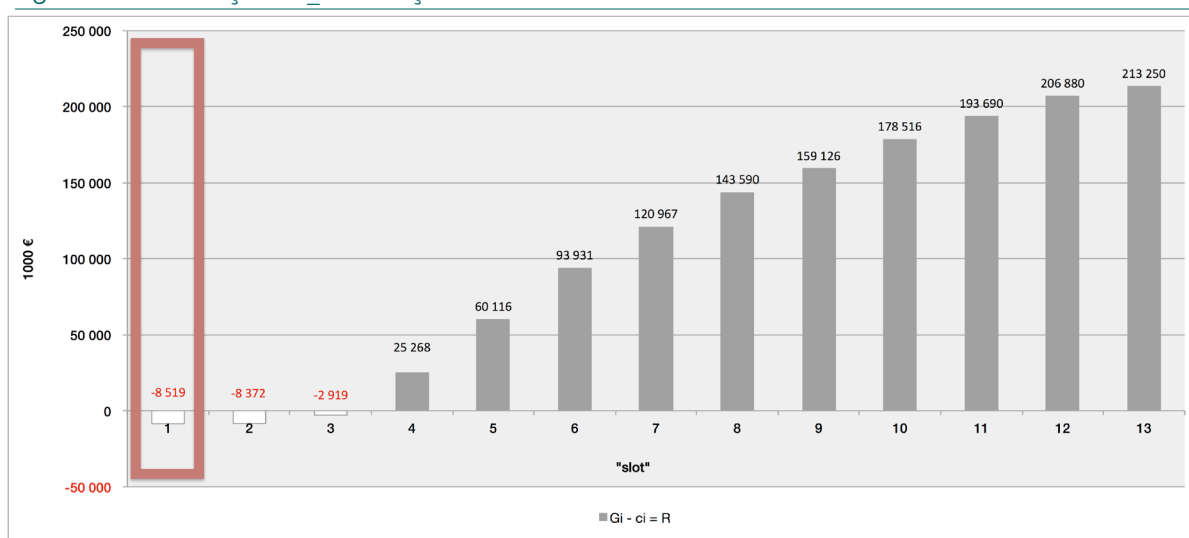


Figura 05.51. Solução S4_D: Evolução de R

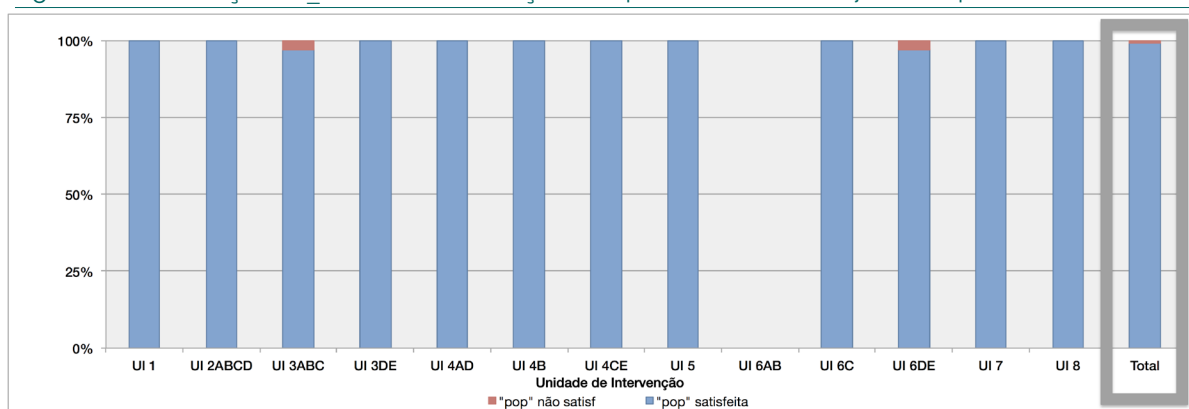


O montante máximo R para esta solução é de 8,519 milhões de Euros (cerca de 3 milhões de Euros acima do valor obtido para o óptimo individual do objectivo 1 - S1_D) e ocorreria no início do ORU.

A Figura 05.52 apresenta os resultados para o objectivo 2. À semelhança do que se verificou para as anteriores soluções só nas UI 3ABC e UI 6DE as prioridades em relação ao tipo de realojamento não são totalmente satisfeitas. No entanto, o grau de satisfação para o total da ORU é de 99%.

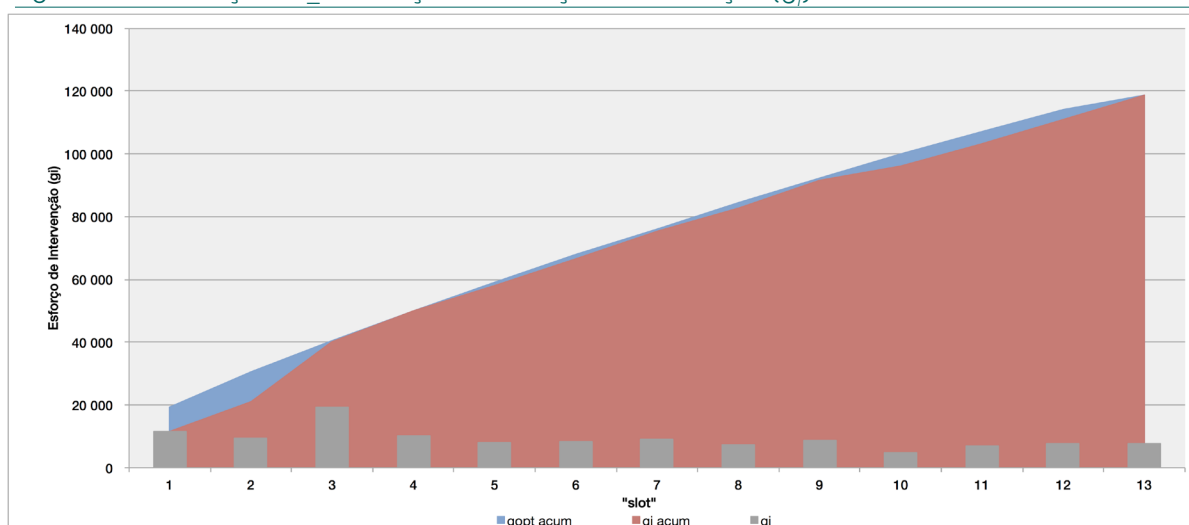
Estes resultados parecem permitir concluir que nesta hipótese (com este caso de estudo, com 13 UI; Versão MinMax do modelo; e Cenário 1) a solução para este objectivo é "estável" não dependendo da importância que é dada a cada um dos objectivos. Tal dever-se-á ao facto de a disponibilidade de realojamento ser quase sempre suficiente para suportar as necessidades existentes.

Figura 05.52. Solução S4_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



Finalmente o resultado para o objectivo 3 (maximizar o esforço de intervenção) é apresentado na Figura 05.53.

Figura 05.53. Solução S4_D: Evolução do esforço de intervenção (g_i)



02.02.01.05> Solução não-dominada S5_D ($p_1=0.25$, $p_2=0.50$, $p_3=0.25$)

Esta solução (S5_D) é obtida através da atribuição da seguinte ponderação relativa ("pesos") [208], [211]: S5_D ($p_1=0.25$, $p_2=0.50$, $p_3=0.25$).

A sequência das UI e os valores acumulados de G_i (retorno financeiro), C_i (custos da intervenção) e a respectiva diferença ou saldo ($G_i - C_i$) são apresentados na Tabela 05.24 e nas Figura 05.54 e Figura 05.55.

Tabela 05.24. Solução S5_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
UI	UI 7	UI 6AB	UI 8	UI 6DE	UI 4CE	UI 4AD	UI 6C	UI 1	UI 4B	UI 3DE	UI 2	UI 3ABC	UI 5
G_i	3 416	13 063	38 195	76 750	119 977	162 319	198 506	228 327	254 606	278 805	301 058	322 467	344 387
C_i	11 934	21 434	41 114	51 482	59 861	68 388	77 539	84 737	95 481	100 289	107 369	115 587	131 137
$G_i - C_i = R$	-8 519	-8 372	-2 919	25 268	60 116	93 931	120 967	143 590	159 126	178 516	193 690	206 880	213 250
R_{ideal}	-5 328	-5 198	-3 541	1 463	27 800	63 585	100 333	131 988	156 821	174 795	192 128	206 045	211 752

Figura 05.54. Solução S5_C: Evolução G_i , C_i e R

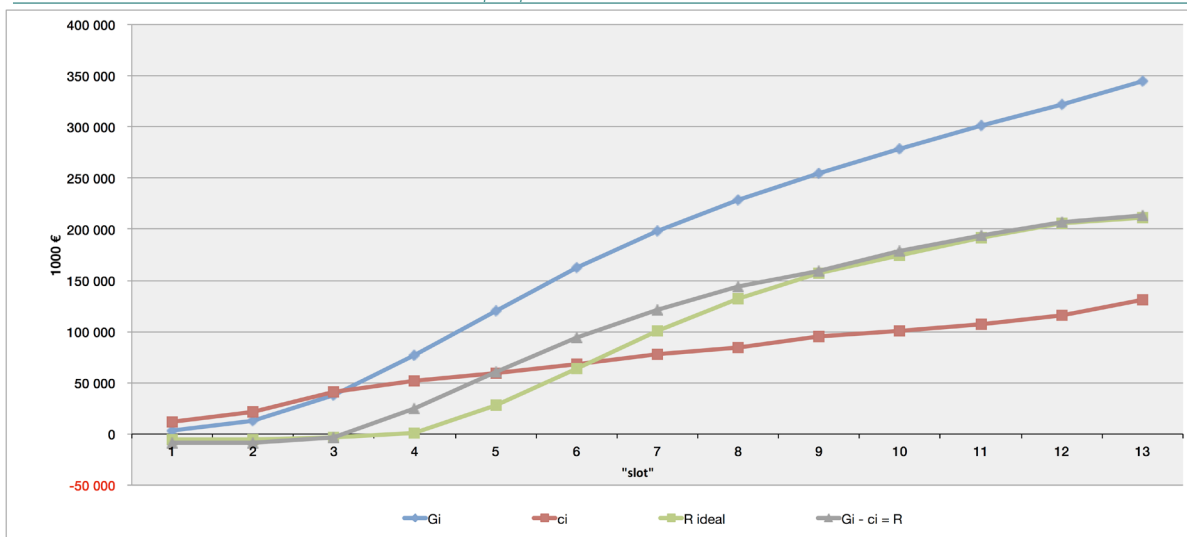
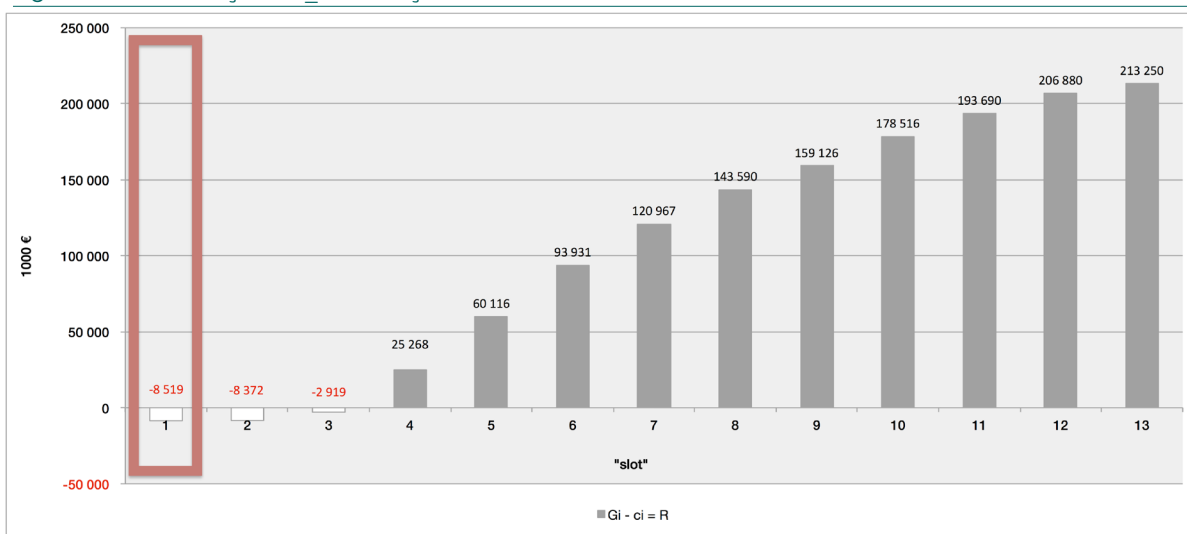


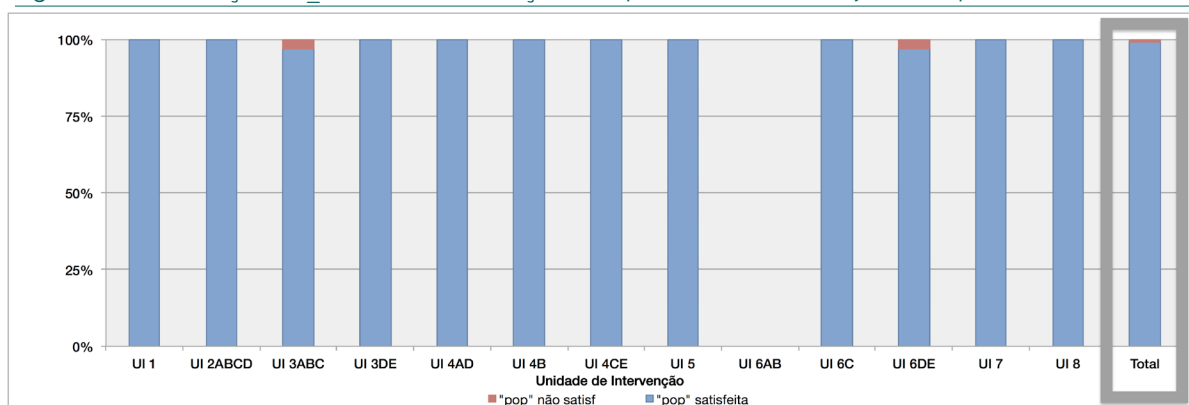
Figura 05.55. Solução S5_D: Evolução R



O montante máximo R para esta solução é de 8,519 milhões de Euros (cerca de 3 milhões de Euros acima do valor obtido para o óptimo individual do objectivo1 - S1_D) e ocorreria no início do ORU.

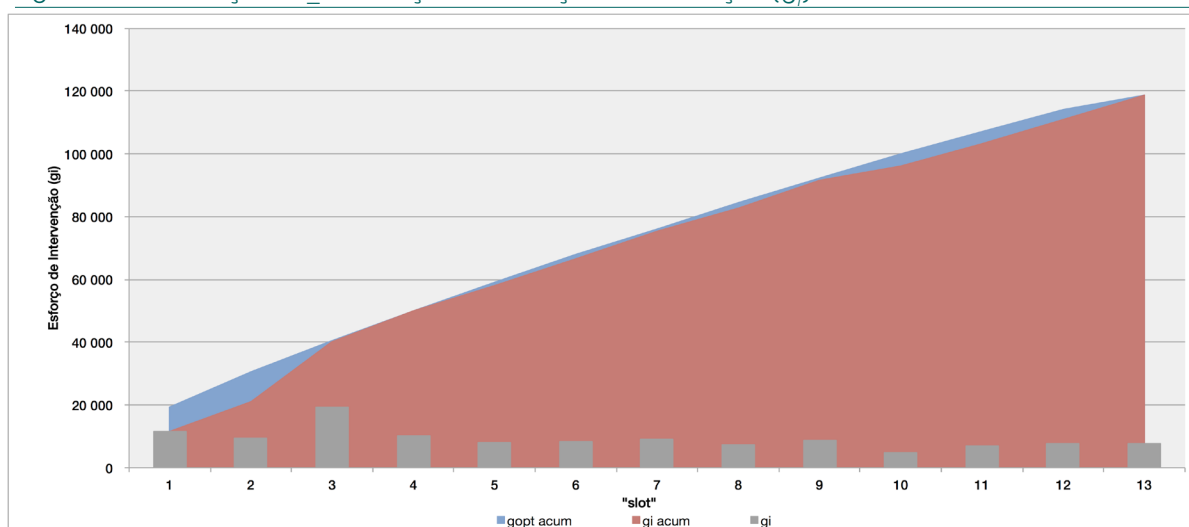
Na Figura 05.56 observa-se que à semelhança do que se verificou para as restantes soluções só nas UI 3ABC e UI 6DE as prioridades em relação ao tipo de realojamento não são totalmente satisfeitas, no entanto o grau de satisfação para o total da ORU é de 99%.

Figura 05.56. Solução S5_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



Finalmente o resultado para o objectivo 3 (maximizar o esforço de intervenção) é apresentado na Figura 05.57.

Figura 05.57. Solução S5_D: Evolução do esforço de intervenção (g_i)



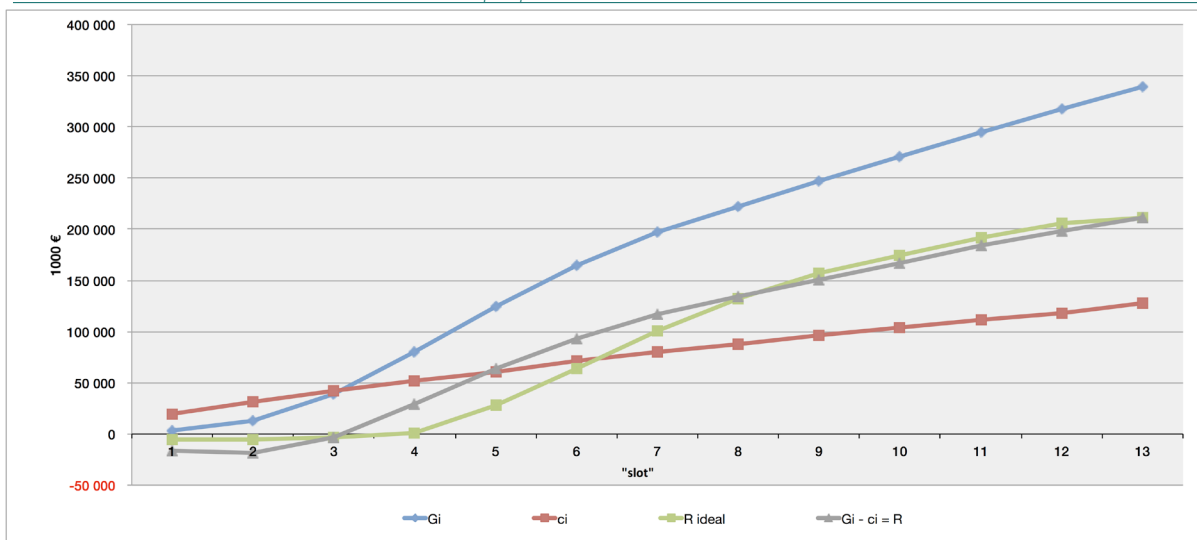
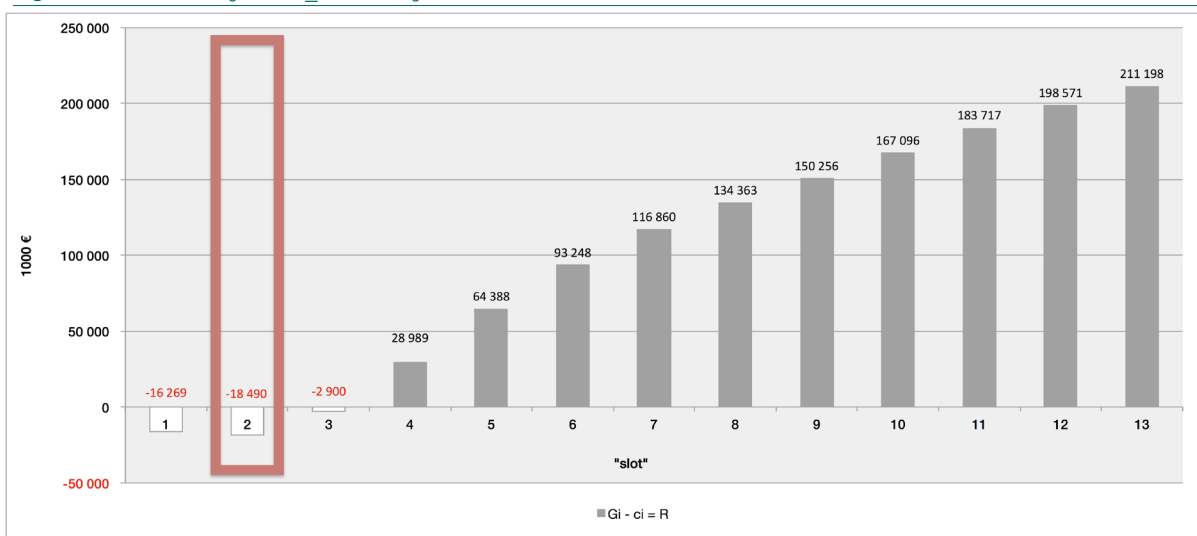
02.02.01.06> Solução não-dominada S6_D ($p_1=0.25$, $p_2=0.25$, $p_3=0.50$)

Esta solução (S6_D) é obtida através da atribuição da seguinte ponderação relativa ("pesos") [208], [211]: S6_D ($p_1=0.25$, $p_2=0.25$, $p_3=0.50$).

A sequência das UI e os valores acumulados de G_i (retorno financeiro), C_i (custos da intervenção) e a respectiva diferença ou saldo ($G_i - C_i$) são apresentados na Tabela 05.25 e nas Figura 05.58 e Figura 05.59.

Tabela 05.25. Solução S6_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

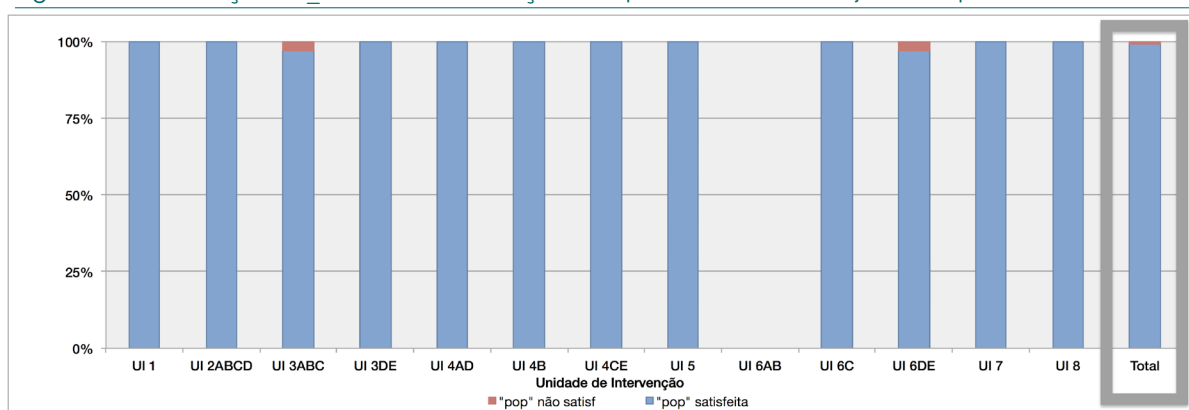
"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	UI 8	UI 7	UI 6DE	UI 6AB	UI 2	UI 1	UI 4AD	UI 4CE	UI 3ABC	UI 3DE	UI 6C	UI 4B	UI 5
G_i	3 411	13 125	39 082	80 471	125 022	164 626	196 764	222 646	246 758	271 446	295 147	317 198	339 376
C_i	19 680	31 614	41 982	51 482	60 634	71 378	79 904	88 283	96 502	104 350	111 430	118 627	128 178
$G_i - C_i = R$	-16 269	-18 490	-2 900	28 989	64 388	93 248	116 860	134 363	150 256	167 096	183 717	198 571	211 198
R_{ideal}	-5 328	-5 198	-3 541	1 463	27 800	63 585	100 333	131 988	156 821	174 795	192 128	206 045	211 752

Figura 05.58. Solução S6_C: Evolução G_i , C_i e R

Figura 05.59. Solução S6_D: Evolução R


O montante máximo R para esta solução é de 18,490 milhões de Euros (cerca de 3,5 vezes acima do valor obtido para o óptimo individual do objectivo 1 - $S1_D$) e ocorre no início da 2.ª UI. Este resultado é semelhante ao obtido para a solução 5, o que acontece porque a sequência das 6 primeiras UI é igual.

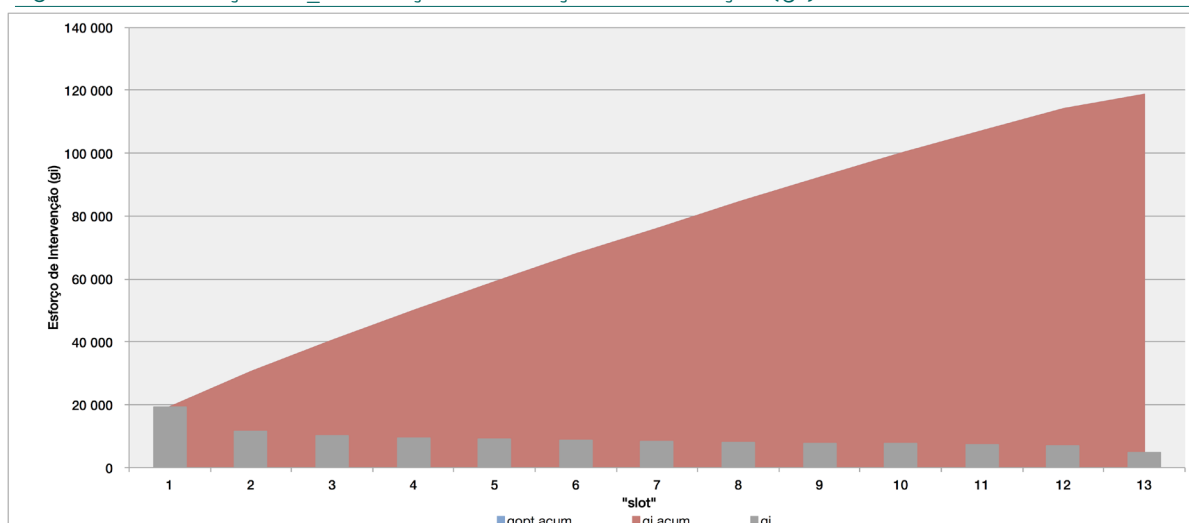
Na Figura 05.60 observa-se que, à semelhança das anteriores soluções, só nas UI 3ABC e UI 6DE as prioridades em relação ao tipo de realojamento não são totalmente satisfeitas. Já o grau de satisfação para o total da ORU é de 99%.

Figura 05.60. Solução S6_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



Finalmente o resultado para o objectivo 3 (maximizar o esforço de intervenção) é apresentado na Figura 05.49.

Figura 05.61. Solução S6_D: Evolução do esforço de intervenção (gi)



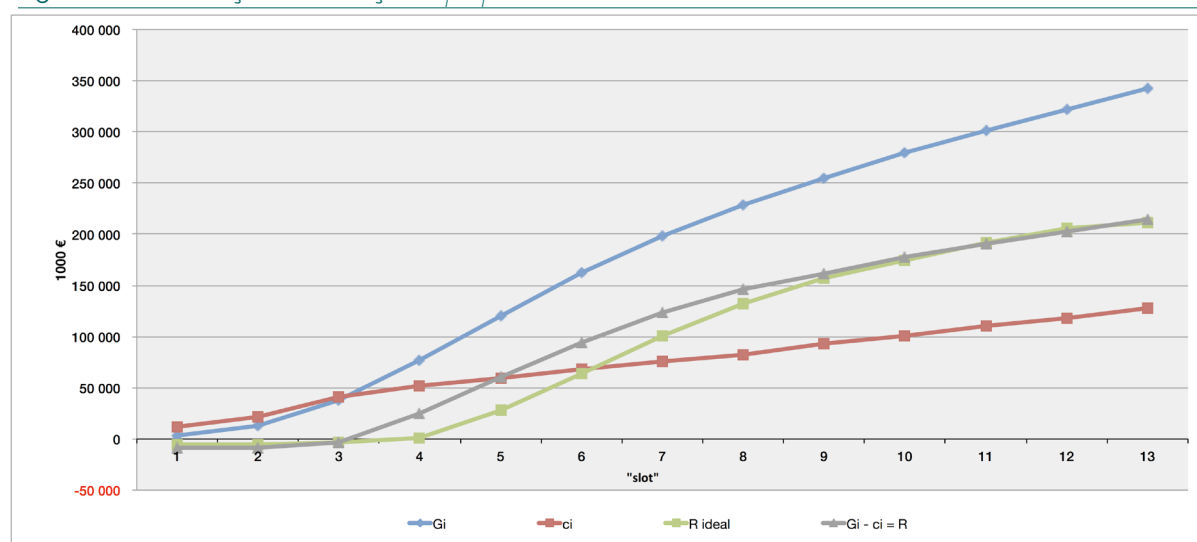
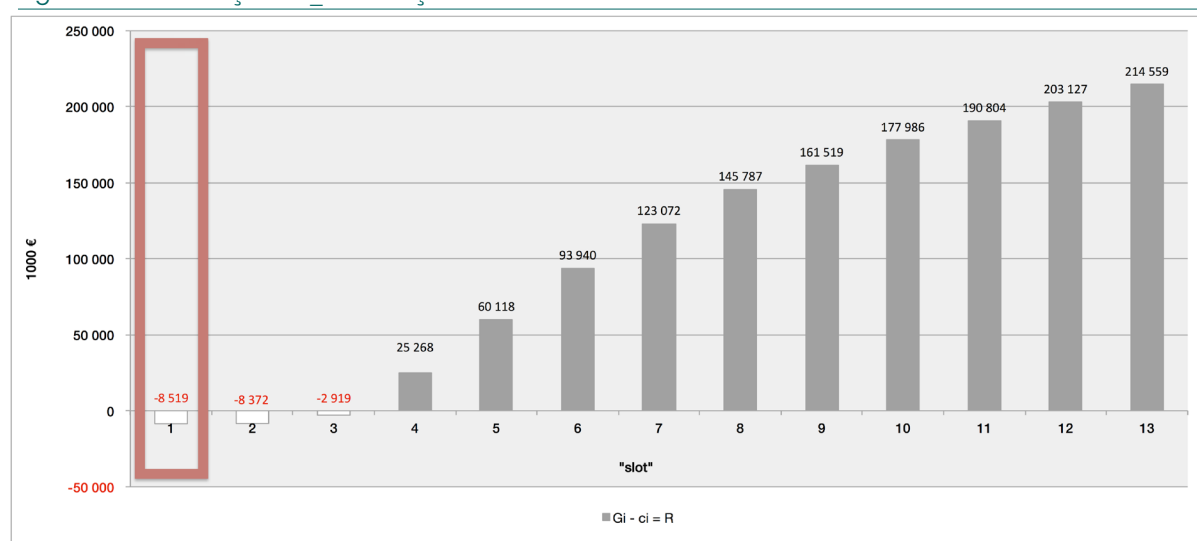
02.02.01.07> Solução não-dominada S7_D (métrica L_1)

Esta solução será aquela que minimiza a soma das distâncias dos três objectivos normalizados à solução ideal..

A sequência das UI e os valores acumulados de G_i , C_i e R são apresentados na Tabela 05.26, Figura 05.62 e Figura 05.63.

Tabela 05.26. Solução S7_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

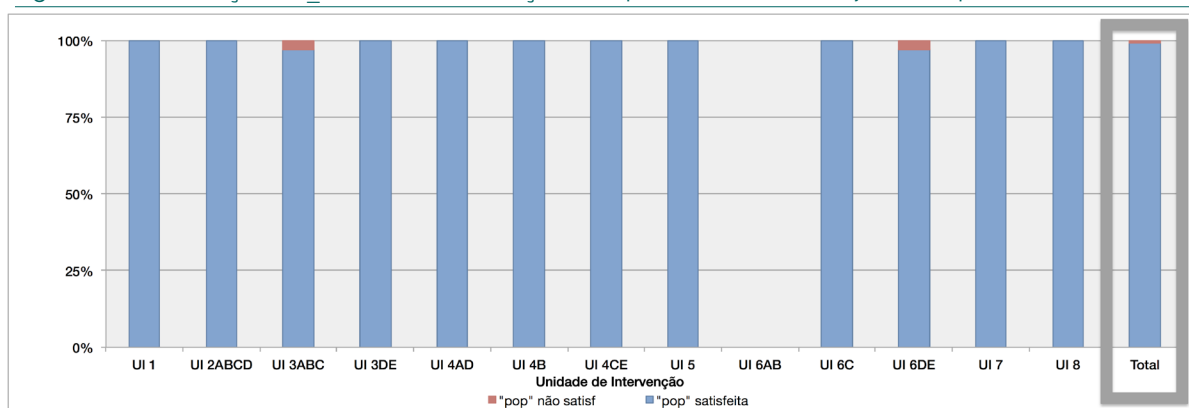
"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
UI	UI 7	UI 6AB	UI 8	UI 6DE	UI 4CE	UI 4AD	UI 6C	UI 4B	UI 1	UI 3DE	UI 2	UI 3ABC	UI 5
G_i	3 416	13 063	38 195	76 750	119 979	162 327	198 540	228 451	254 927	279 242	301 213	321 754	342 737
c_i	11 934	21 434	41 114	51 482	59 861	68 388	75 467	82 665	93 409	101 257	110 408	118 627	128 178
$G_i - c_i = R$	-8 519	-8 372	-2 919	25 268	60 118	93 940	123 072	145 787	161 519	177 986	190 804	203 127	214 559
R_{ideal}	-5 328	-5 198	-3 541	1 463	27 800	63 585	100 333	131 988	156 821	174 795	192 128	206 045	211 752

Figura 05.62. Solução 6: Evolução G_i , C_i e R Figura 05.63. Solução S7_D: Evolução R 

O montante R para esta solução é de 8,519 milhões de Euros (cerca de 60% acima do valor obtido para o óptimo individual do objectivo 1 - S1_D) e ocorre no início da ORU. Este resultado é semelhante ao obtido para as soluções 4 e 5, o que acontece porque partilham a mesma sequência para as 6 primeiras UI.

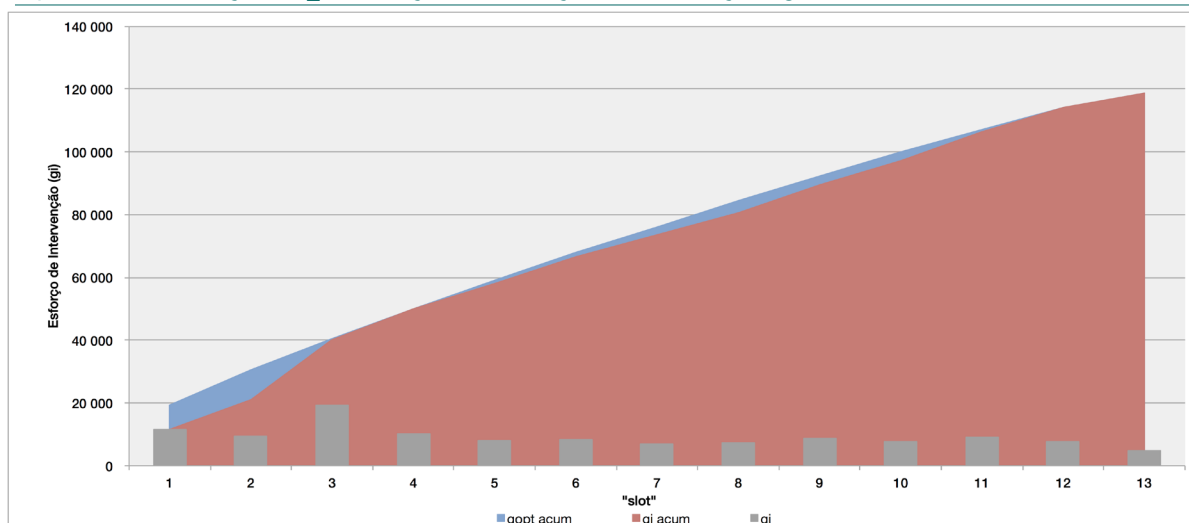
A Figura 05.64 apresenta os resultados para o objectivo 2.

Figura 05.64. Solução S7_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



Finalmente o resultado para o objectivo 3 (maximizar o esforço de intervenção) é apresentado na Figura 05.49.

Figura 05.65. Solução S7_D: Evolução do esforço de intervenção (gi)

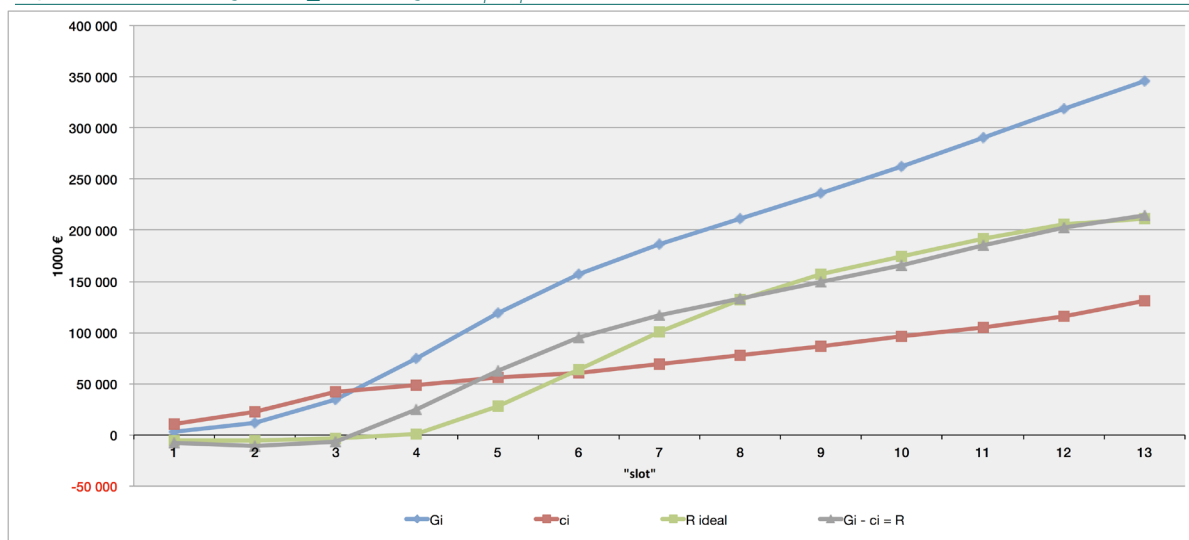
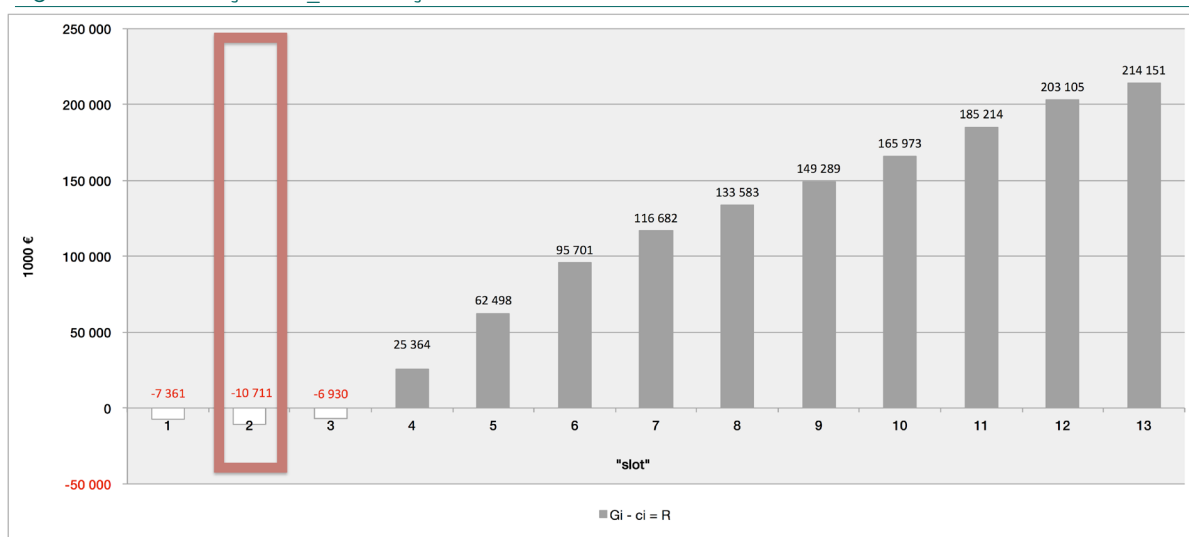


02.02.01.08> Solução não-dominada S8_D (métrica L_{∞})

A sequência das UI para esta solução e os valores acumulados de G_i , C_i , e o valor de R no início de cada fase da intervenção, são apresentados na Tabela 05.27 e nas Figura 05.66 e Figura 05.67.

Tabela 05.27. Solução S8_D: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

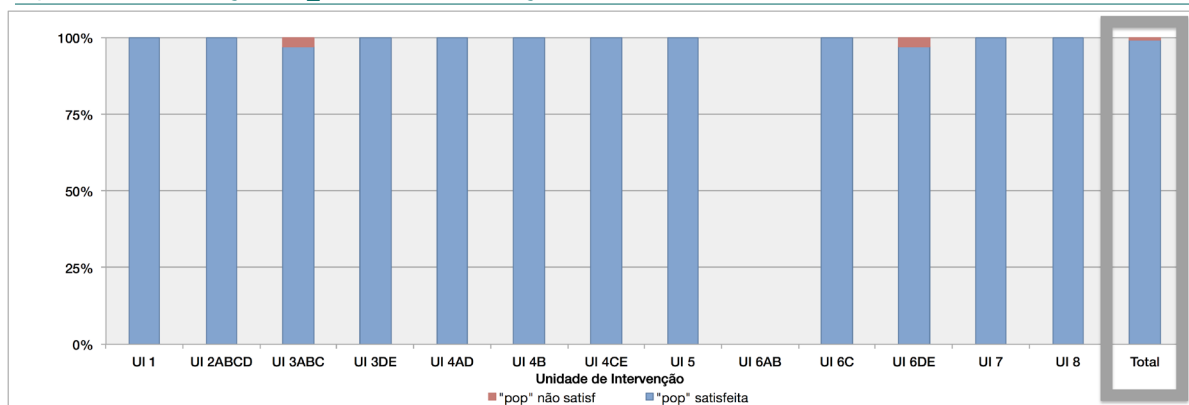
"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
UI 6DE	UI 7	UI 8	UI 6C	UI 4B	UI 5	UI 4AD	UI 4CE	UI 2	UI 6AB	UI 3ABC	UI 1	UI 3DE	
Gi	2 995	11 580	35 040	74 414	118 745	156 757	186 265	211 565	236 422	262 605	290 066	318 706	345 302
ci	10 356	22 291	41 971	49 050	56 248	61 056	69 583	77 981	87 133	96 633	104 852	115 601	131 151
Gi - ci = R	-7 361	-10 711	-6 930	25 364	62 498	95 701	116 682	133 583	149 289	165 973	185 214	203 105	214 151
R ideal	-5 328	-5 198	-3 541	1 463	27 800	63 585	100 333	131 988	156 821	174 795	192 128	206 045	211 752

Figura 05.66. Solução S8_D: Evolução G , C , R e R Figura 05.67. Solução S8_D: Evolução R 

O montante máximo R para esta solução é de 10,771 milhões de Euros (o dobro do valor obtido para o óptimo individual - S1_D) e ocorreria no início da 2.ª UI.

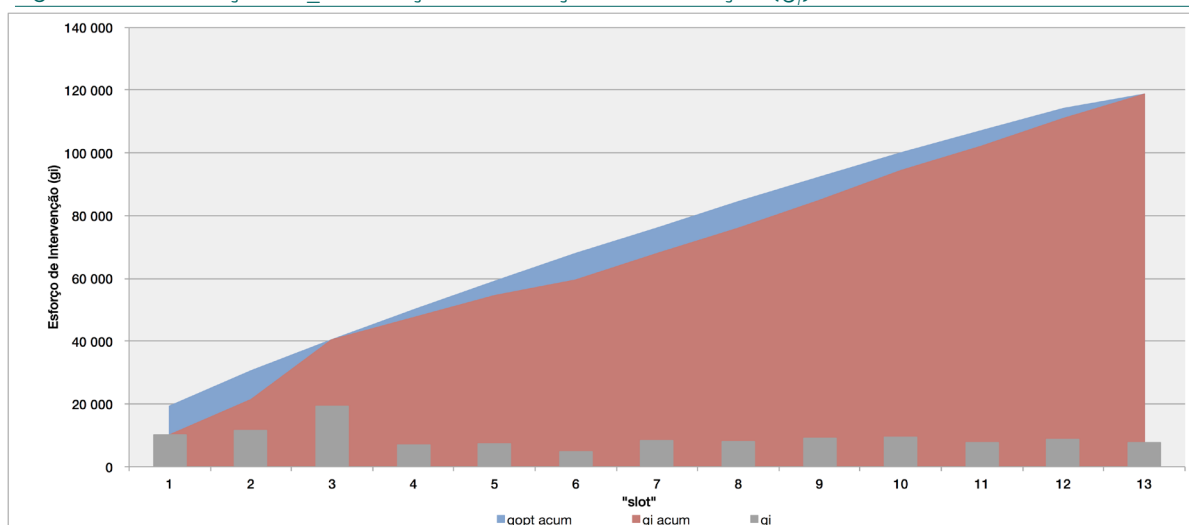
A Figura 05.68 apresenta os resultados para o objectivo 2 e confirma a hipótese atrás referida de que a solução para o objectivo 2 é "estável" não dependendo da variação da importância que é dada a cada um dos objectivos.

Figura 05.68. Solução S8_D: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



Finalmente o resultado para o objectivo 3 (maximizar o esforço de intervenção) é apresentado na Figura 05.69.

Figura 05.69. Solução S8_D: Evolução do esforço de intervenção (g_i)



02.02.01.09> Comparação das 8 soluções

Na Tabela 05.28 apresenta-se um quadro resumo que permite a comparação dos resultados obtidos para as 8 soluções geradas, em que $R(n)$, $Pri(n)$ e $Dz(n)$ correspondem aos valores normalizados, dos objectivos (originais) R , Pri e Dz . Nas duas últimas linhas da tabela, apresentam-se as distâncias de cada uma das soluções à *solução ideal* normalizada, ΔL_1 e ΔL_∞ , calculadas segundo as métricas Manhattan e de Chebyshev, respectivamente [210], [213], [214].

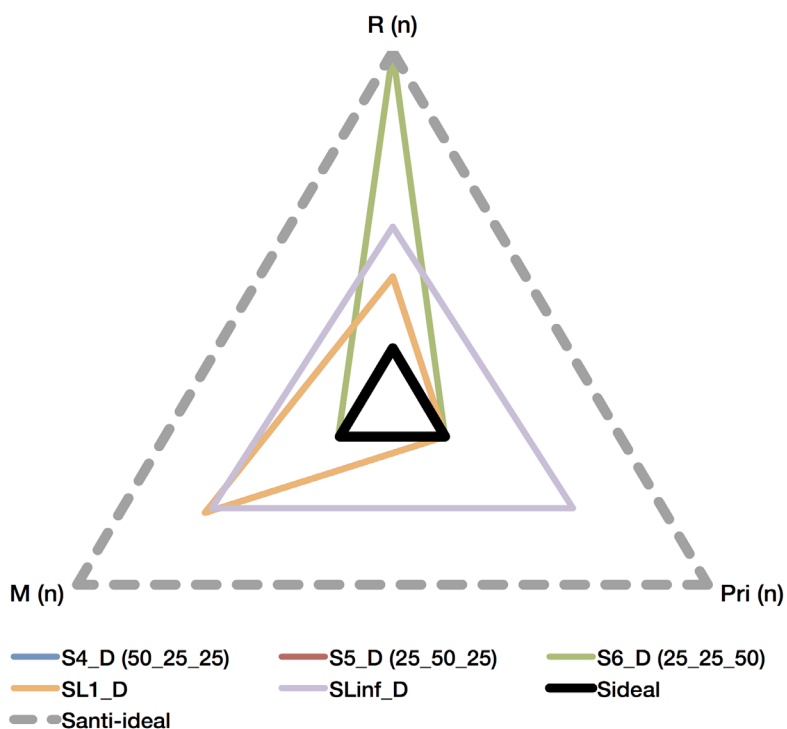
Tabela 05.28. Resumo das 8 soluções geradas

Objectivo	1.º espaço de soluções			2.º espaço de soluções			3.º espaço de soluções		S ideal	S anti-ideal
	S1_D OPT1	S2_D OPT2	S3_D OPT3	S4_D 50_25_25	S5_D 25_50_25	S6_D 25_25_50	S7_D SL1	S8_D SLinf		
R	5 328	9 062	18 490	8 519	8 519	18 490	8 519	10 711	5 328	18 490
Pri	9 616	9 938	9 277	9 938	9 938	9 938	9 938	9 616	9 938	9 277
M	18 904	9 194	0	9 712	9 712	174	9 712	9 194	0	18 904
R (n)	0.000	0.284	1.000	0.242	0.242	1.000	0.242	0.409	0.000	1.000
Pri (n)	0.488	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.487	0.000	1.000
M (n)	1.000	0.486	0.000	0.514	0.514	0.009	0.514	0.486	0.000	1.000
Dist. à S _{ideal}										
$\Delta L1$ [%]	1.488	77%	2.000	0.756	0.756	1.009	0.756	1.382	-	-
$\Delta Linf$ [%]	1.000	0.486	1.000	0.514	0.514	1.000	0.514	0.487	-	-

Na Figura 05.70 apresenta-se um gráfico BAGAL que possibilita a representação gráfica do espaço dos objectivos¹ e que pode auxiliar os AD na comparação de soluções e selecção da solução preferida [215].

Figura 05.70.

BAGAL: comparação das soluções S4_D, S5_D, S6_D, SL1_D e SLinf_D



Finalmente, na Tabela 05.29 é apresentado um resumo das 8 soluções com o resultado da sequência de execução obtido para cada uma delas.

¹ As soluções S4_D (50_25_25) e S5_D (25_50_25) apresentam resultados iguais para R, Pri e M, à solução S7_D (SLinf_D), razão pela qual não são visíveis no BAGAL.

Tabela 05.29. Resumo das 8 soluções geradas com as sequências das UI

Solução	"Slot" / Sequência													R [1000 €]	Satisf Pri [%]	M
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
S1_D	UI 6C	UI 5	UI 7	UI 8	UI 6DE	UI 6AB	UI 4CE	UI 4AD	UI 2	UI 1	UI 3DE	UI 3ABC	UI 4B	5 328	99	18 904
S2_D	UI 7	UI 6DE	UI 8	UI 5	UI 1	UI 4CE	UI 4AD	UI 4B	UI 6AB	UI 2	UI 3ABC	UI 6C	UI 3DE	9 062	99	9 194
S3_D	UI 8	UI 7	UI 6DE	UI 6AB	UI 2ABCD	UI 1	UI 4AD	UI 4CE	UI 3ABC	UI 3DE	UI 4B	UI 6C	UI 5	18 490	98	0
S4_D	UI 7	UI 6AB	UI 8	UI 6DE	UI 4CE	UI 4AD	UI 2	UI 4B	UI 1	UI 5	UI 6C	UI 3ABC	UI 3DE	8 519	99	9 712
S5_D	UI 7	UI 6AB	UI 8	UI 6DE	UI 4CE	UI 4AD	UI 6C	UI 1	UI 4B	UI 3DE	UI 2	UI 3ABC	UI 5	8 519	99	9 712
S6_D	UI 8	UI 7	UI 6DE	UI 6AB	UI 2	UI 1	UI 4AD	UI 4CE	UI 3ABC	UI 3DE	UI 6C	UI 4B	UI 5	18 490	99	174
S7_D	UI 7	UI 6AB	UI 8	UI 6DE	UI 4CE	UI 4AD	UI 6C	UI 4B	UI 1	UI 3DE	UI 2	UI 3ABC	UI 5	8 519	99	9 712
S8_D	UI 6DE	UI 7	UI 8	UI 6C	UI 4B	UI 5	UI 4AD	UI 4CE	UI 2	UI 6AB	UI 3ABC	UI 1	UI 3DE	10 711	99	9 194

.Como se pode verificar embora as soluções S4_D, S5_D e S7_D apresentem resultados iguais para *R*, *Pri* e *M*. No entanto, as sequências de execução das UI coincidem apenas nas primeiras unidades de intervenção.

A comparação destes resultados, com a hipótese I de apenas 8 UI (ver secção 02.02.01 >, página 208), permite-nos verificar que a execução da ORU com a divisão em mais unidades de intervenção reduz as necessidades de financiamento da intervenção (valor de *R*) e maximiza o esforço de intervenção ao possibilitar um melhor ajuste à situação "ideal" (valor *M*). Não são perceptíveis grandes alterações nos resultados do objectivo 2 (conclusão válida, no entanto, apenas para as condições - parâmetros iniciais - do caso de estudo). Por outro lado, a execução num número maior de unidades de intervenção poderá implicar um período de execução da intervenção mais alargado.

02.03> Hipótese III: "Curva de vendas única" (conjunto de soluções E)

Tal como foi apresentado no Capítulo 4 (secção 01.07>, página 166), foi desenvolvida uma segunda versão da curva representativa da evolução do retorno financeiro ao longo de toda a intervenção de regeneração que permite:

- Considerar o comportamento de todas as zonas da área de intervenção consideradas em conjunto;
- Considerar valores diferentes para a duração da intervenção de regeneração em cada uma das UI - elasticidade no tempo.

Apresentam-se apenas os resultados para o caso 13 UI/Cenário 1/ versão MinMax a qual nos permite a comparação com os resultados apresentados na secção 02.01 > Hipótese I (8 unidades de intervenção), pág. 174, em que utilizamos a primeira versão da "curva de vendas").

A utilização desta nova "curva de vendas" não introduz qualquer alteração aos dados de entrada do modelo. Pelo que, estes são os já apresentados na secção 02.02>.

Optamos por detalhar apenas os resultados dos óptimos individuais ($S1$, $S2$ e $S3$) e das soluções não dominadas ($S7$ - que utiliza a métrica L_1 - e $S8$ - que utiliza a métrica L_∞).

02.03.01> Solução S1_E: Óptimo individual do objectivo 1

A sequência das UI e os valores acumulados de G_i , C_i , e o valor de R no início de cada fase da intervenção, são apresentados na Tabela 05.30 e nas Figura 05.71 e Figura 05.72.

Tabela 05.30. Solução S1_E: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
UI	6C	5	7	8	6DE	6AB	4CE	4AD	2	1	3DE	3ABC	4B
G_i	1 723	6 661	20 253	44 936	81 641	126 926	172 053	212 235	246 219	274 938	300 118	322 256	342 318
c_i	7 051	11 859	23 793	43 473	53 841	63 341	71 720	80 247	89 398	100 142	107 990	116 211	130 566
$G_i - c_i = R$	-5 328	-5 198	-3 541	1 463	27 800	63 585	100 333	131 988	156 821	174 795	192 128	206 045	211 752
R ideal	-5 328	-5 198	-3 541	1 463	27 800	63 585	100 333	131 988	156 821	174 795	192 128	206 045	211 752

Figura 05.71. Solução S1_E: Evolução G_i , C_i e R

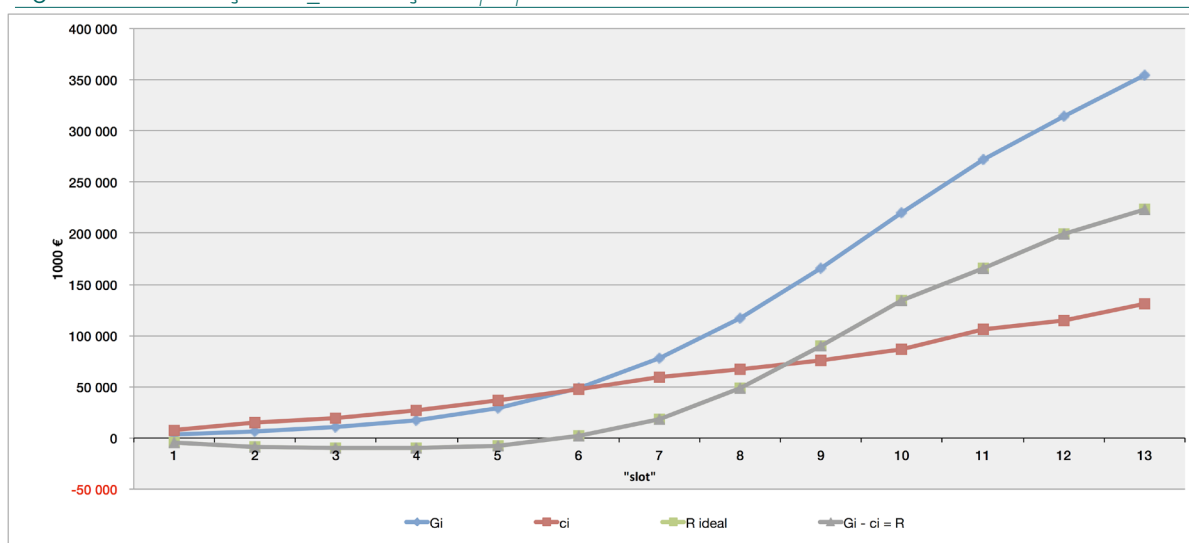
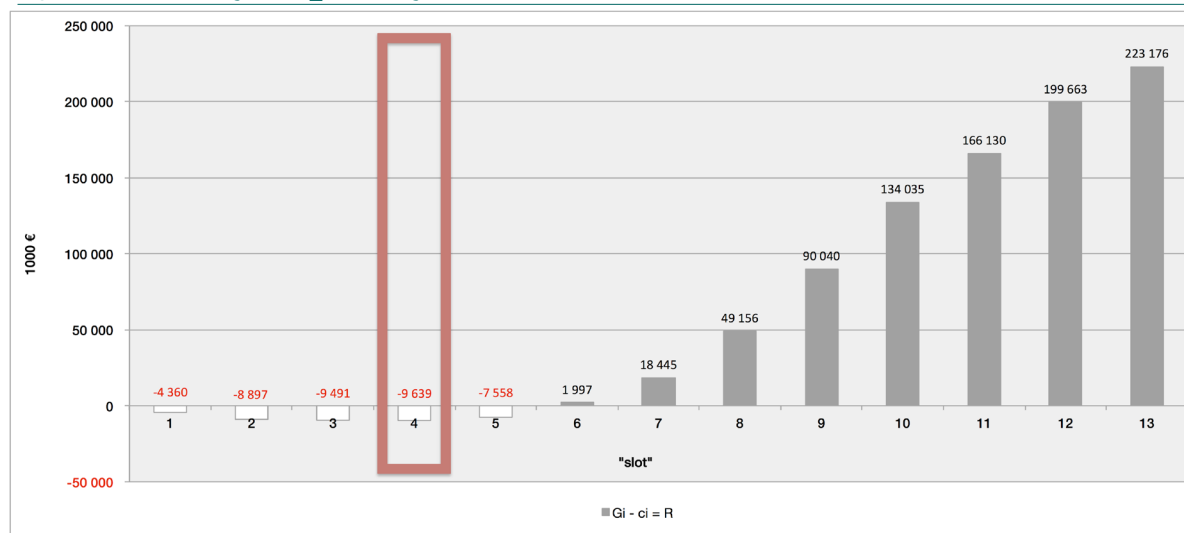


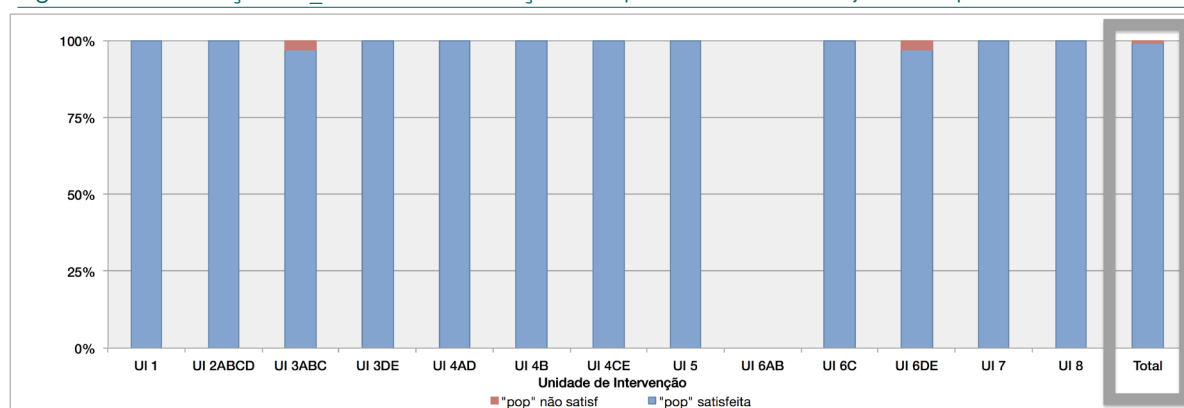
Figura 05.72. Solução S1_E: Evolução de R



Verifica-se, que o valor de R é de 9,639 milhões de Euros (80%, - 4,311 milhões de Euros acima do valor obtido utilizando a "curva vendas" original - solução S1_D) e ocorreria no início da 4.ª UI.

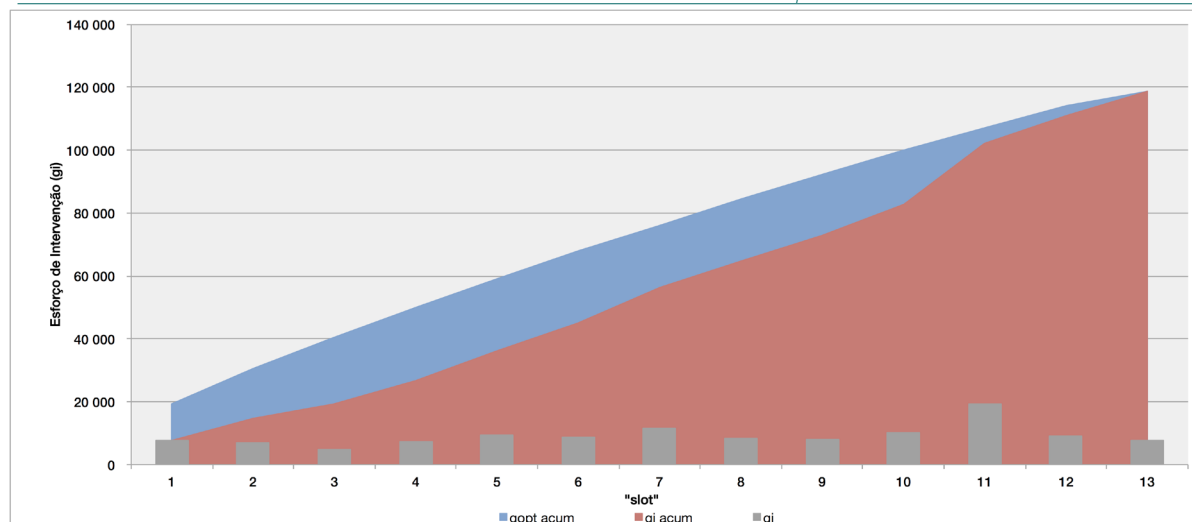
Para o objectivo 2, verifica-se que nas UI 3ABC e UI 6DE as prioridades em relação ao tipo de realojamento não foram totalmente satisfeitas - Figura 05.73. No entanto o grau de satisfação para o total da ORU é de 99%.

Figura 05.73. Solução S1_E: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



Na Figura 05.74 apresentamos o resultados para o objectivo 3, onde se pode observar o desfasamento na evolução do *esforço de intervenção*, g , obtido pela sequência de intervenção "real" em relação à sequência de intervenção que optimizaria o esforço de intervenção (solução S3_E - óptimo individual do objectivo 3).

Figura 05.74. Solução S1_E: Evolução do esforço de intervenção (g_i)



02.03.02> .Solução S2_E: Óptimo individual do objectivo 2

Para a solução (S2_E), que representa óptimo individual do objectivo 2, apresenta-se na Tabela 05.31 e nas Figura 05.75 e Figura 05.76 a sequência das UI que maximiza este objectivo e os valores acumulados de G_i , C_i e R .

Tabela 05.31. Solução S2_E: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
UI	6DE	4CE	5	6C	1	3DE	4AD	3ABC	4B	2ABCD	8	7	6AB
G_i	3 770	6 392	10 607	17 722	31 145	49 674	77 763	117 262	166 381	220 579	272 354	315 310	346 612
c_i	10 368	18 747	23 555	30 635	41 379	49 227	57 753	65 972	73 169	82 321	102 001	113 936	123 435
$G_i - c_i = R$	-6 597	-12 354	-12 948	-12 913	-10 234	447	20 010	51 290	93 211	138 258	170 353	201 375	223 176
R_{ideal}	-4 360	-8 897	-9 491	-9 639	-7 558	1 997	18 445	49 156	90 040	134 035	166 130	199 663	223 176

Figura 05.75. Solução S2_E: Evolução G_i , C_i e R

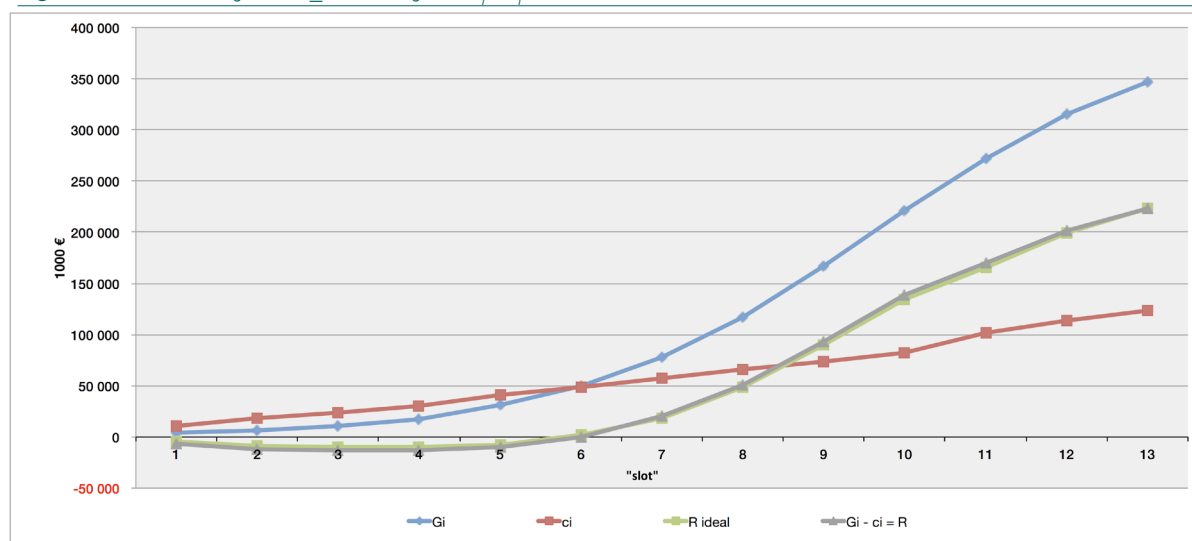
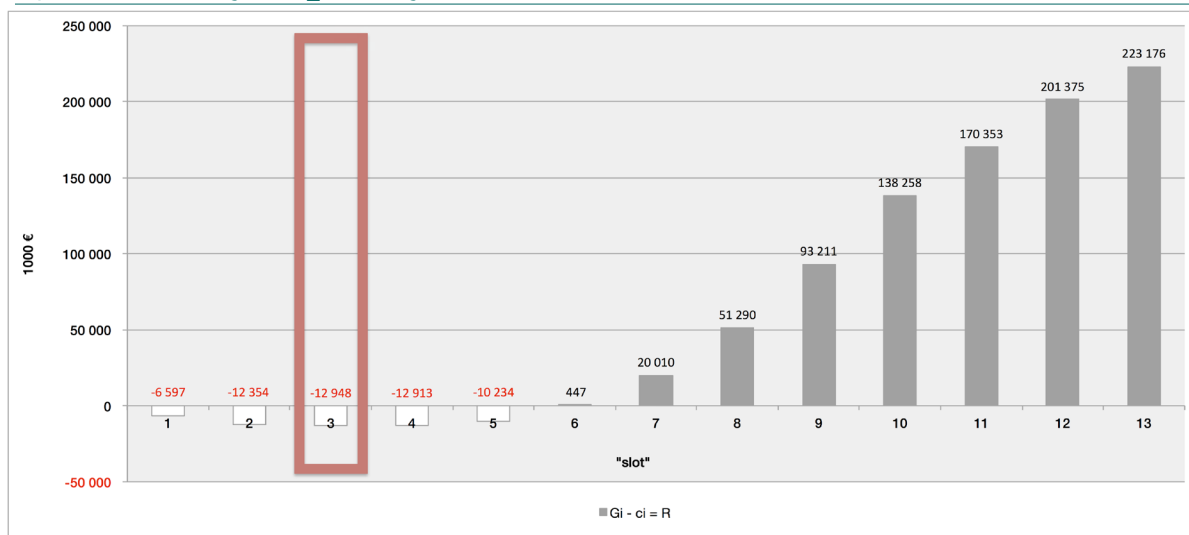


Figura 05.76. Solução S2_E: Evolução R

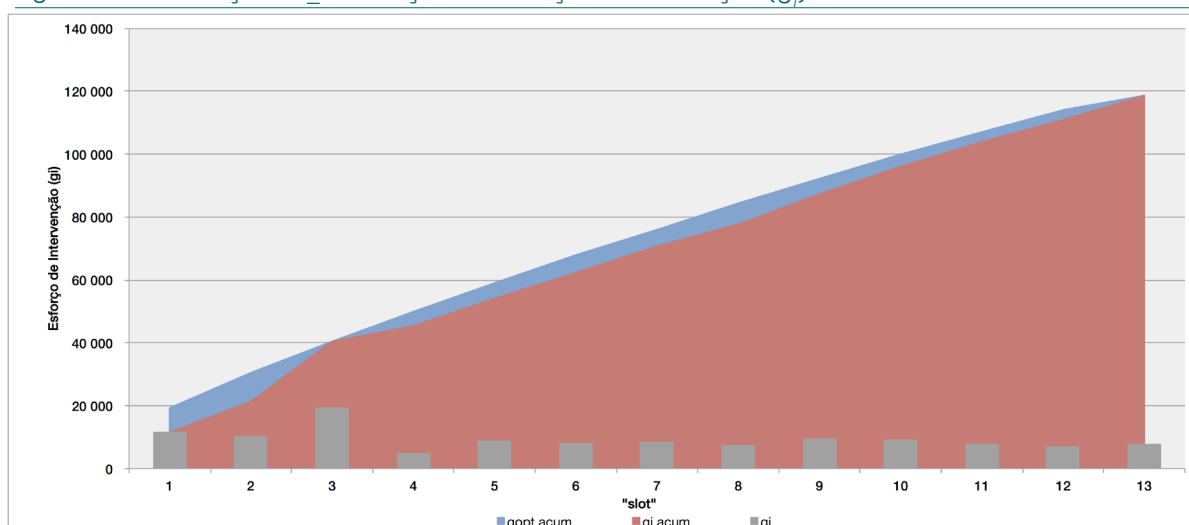


Nesta solução, o valor de R será de 12,948 milhões de Euros (34% a mais que o valor obtido para o óptimo individual do objectivo 1 - S1_E) e ocorreria na execução da 3.ª unidade de intervenção.

Em relação ao objectivo 2. Verifica-se que os resultados são iguais aos da solução 9. Assim, só que nas UI 3ABC e UI 6DE as prioridades em relação ao tipo de realojamento não foram totalmente satisfeitas e o grau de satisfação para o total da ORU é de 99%.

Na Figura 05.77 apresentamos o resultados para o objectivo 3.

Figura 05.77. Solução S2_E: Evolução do esforço de intervenção (g_i)



02.03.03> Solução S3_E: Óptimo individual do objectivo 3

A solução (S3_E) representa a solução que maximiza o *esforço de Intervenção, g_i* .

Apresenta-se na Tabela 05.32 a sequência das UI que maximiza este objectivo e os valores acumulados de G_i , C_i e R no início de cada fase da intervenção.

Tabela 05.32. Solução S3_E: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	UI 8	UI 7	UI 6DE	UI 6AB	UI 2ABCD	UI 1	UI 4AD	UI 4CE	UI 3ABC	UI 3DE	UI 4B	UI 6C	UI 5
G_i	3 837	6 757	11 295	18 324	30 096	50 392	78 528	117 761	167 290	221 370	272 743	315 328	346 683
c_i	19 680	31 614	41 982	51 482	60 634	71 375	79 949	88 328	96 546	104 395	111 592	118 677	123 507
$G_i - c_i = R$	-15 843	-24 857	-30 687	-33 158	-30 538	-20 983	-1 420	29 433	70 744	116 976	161 151	196 650	223 176
R_{ideal}	-4 360	-8 897	-9 491	-9 639	-7 558	1 997	18 445	49 156	90 040	134 035	166 130	199 663	223 176

Os gráficos das Figura 05.78 e Figura 05.79 permitem-nos obter uma percepção mais clara da evolução dos valores de G_i , C_i e R .

Figura 05.78. Solução S3_E: Evolução G_i , C_i e R

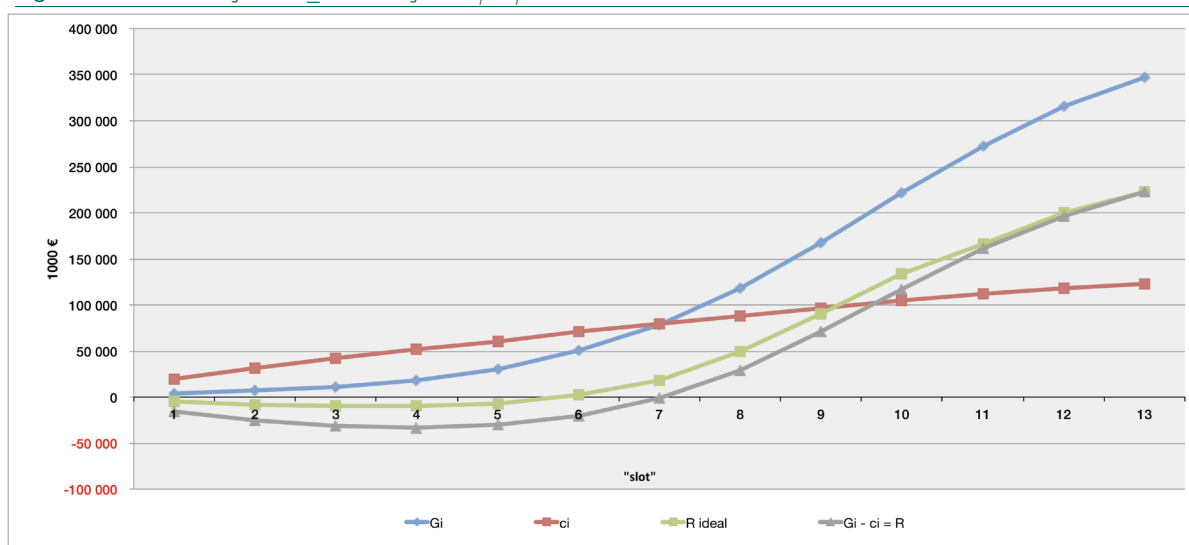
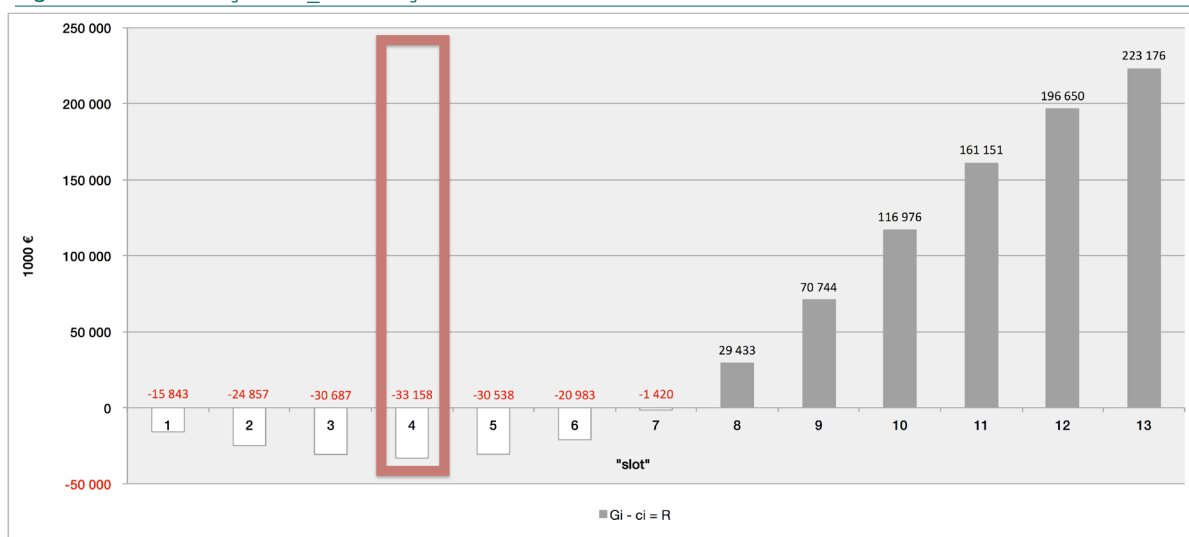


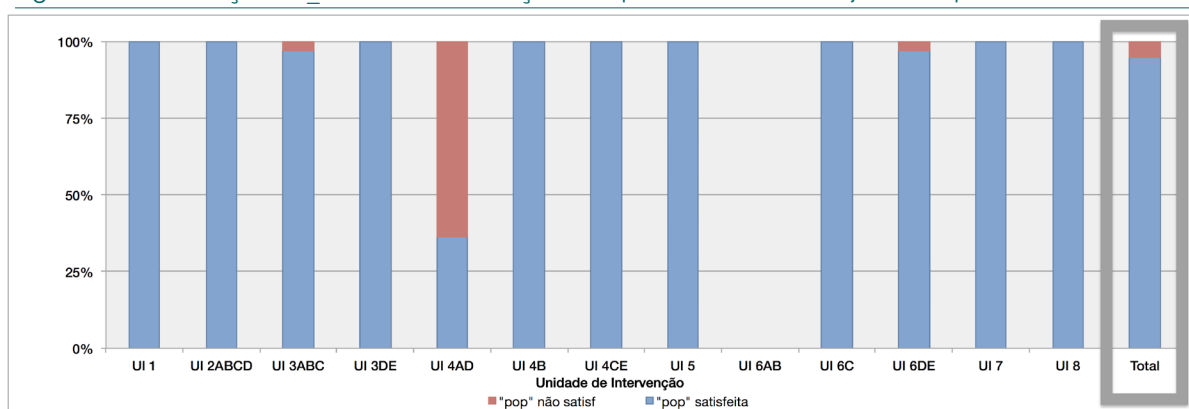
Figura 05.79. Solução S3_E: Evolução R



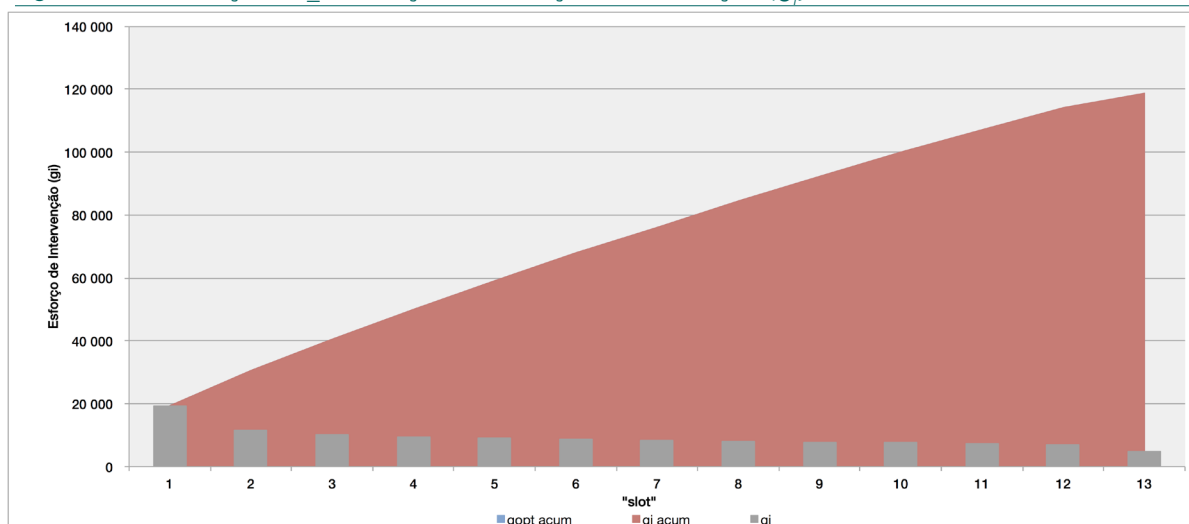
Nesta solução o valor R é de 33,258 milhões de Euros (3,4 vezes ao valor obtido para o óptimo individual da objectivo 1 - solução S1_E) e ocorreria na execução da 4.ª unidade de intervenção.

No objectivo 2 - Figura 05.80 -, para as UI 3ABC, UI 4AD e UI 6DE as prioridades em relação ao tipo de realojamento não foram satisfeitas em 3%, 64% e 3% respectivamente. Já o grau de satisfação para o total da ORU é de 95%.

Figura 05.80. Solução S3_E: Grau de satisfação das prioridades de realojamento por UI



O resultado para o objectivo 3 (maximizar o esforço de intervenção) é apresentado na Figura 05.81.

Figura 05.81. Solução S3_E: Evolução do esforço de intervenção (g_i)

02.03.04> Solução não-dominada S7_E (métrica L_1)

Esta solução será aquela que minimiza a soma das distâncias dos três objectivos normalizados à solução ideal..

A sequência das UI e os valores acumulados de G_i , C_i e a respectiva diferença ou saldo ($G_i - C_i$) são apresentados na Tabela 05.33 e nas Figura 05.82 e Figura 05.83.

Tabela 05.33. Solução S7_E: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
UI	6C	7	6DE	3DE	6AB	2	3ABC	4CE	8	4AD	1	4B	5
G_i	3 500	6 420	10 957	18 060	29 640	48 288	76 638	115 870	165 392	219 568	272 764	315 277	346 612
c_i	7 080	19 014	29 382	37 230	46 730	55 881	64 100	72 479	92 159	100 686	111 430	118 627	123 435
$G_i - c_i = R$	-3 580	-12 594	-18 424	-19 170	-17 089	-7 593	12 538	43 391	73 233	118 883	161 334	196 650	223 176
R_{ideal}	-4 360	-8 897	-9 491	-9 639	-7 558	1 997	18 445	49 156	90 040	134 035	166 130	199 663	223 176

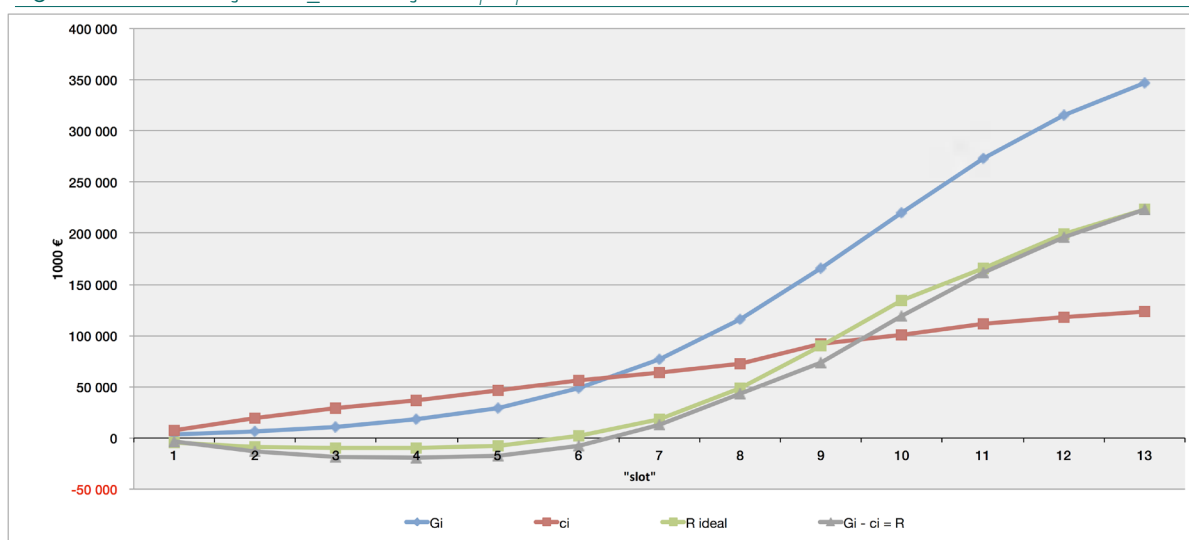
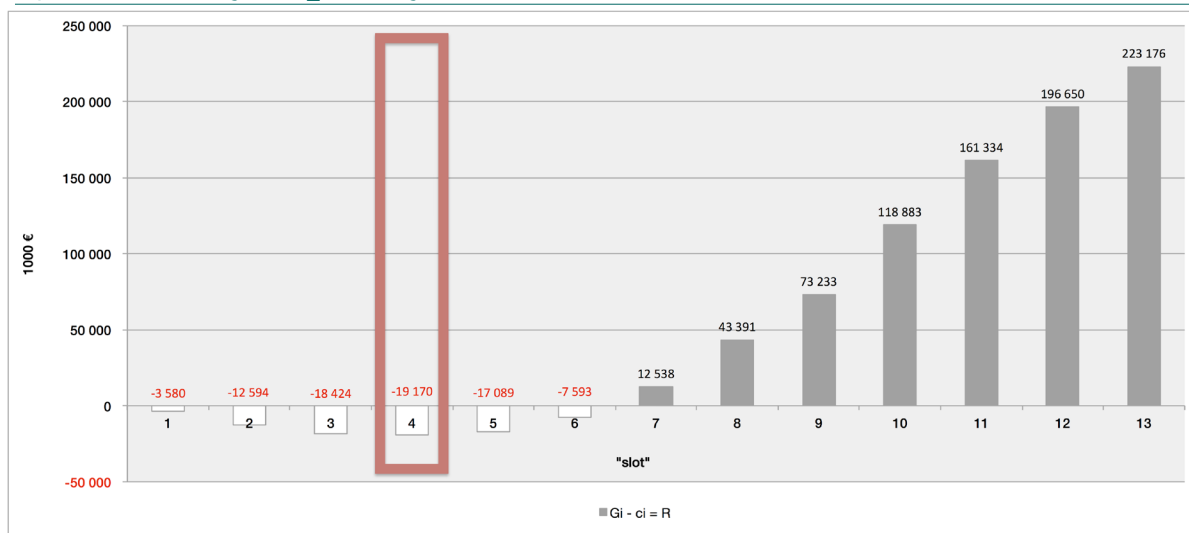
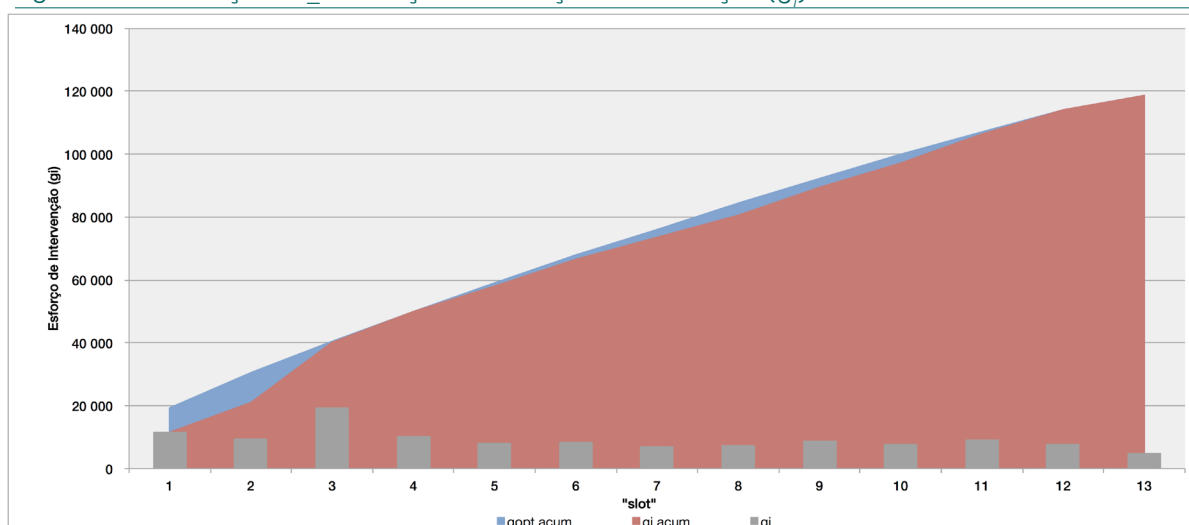
Figura 05.82. Solução S7_E: Evolução G_i , C_i e R 

Figura 05.83. Solução S7_E: Evolução R 

O valor R para esta solução é de 19,170 milhões de Euros (quase o dobro do valor obtido para o óptimo individual - solução S1_E) e ocorreria no início da 4.ª UI.

Verifica-se que à semelhança do que aconteceu para as soluções S9 e S10, nas UI 3ABC e UI 6DE as prioridades em relação ao tipo de realojamento não foram totalmente satisfeitas. No entanto o grau de satisfação para o total da ORU é de 99%.

O resultado para o objectivo 3 (maximizar o esforço de intervenção) é apresentado na Figura 05.84.

Figura 05.84. Solução S7_E: Evolução do esforço de intervenção (g_i)

02.03.05> Solução não-dominada S8_E (métrica L_{∞})

A sequência das UI e os valores acumulados de G_i , C_i e o valor R são apresentados na Tabela 05.34 e nas Figura 05.85 e Figura 05.86.

Tabela 05.34. Solução S8_E: Sequência de intervenção e respectiva evolução dos custos e receitas

"slot" / sequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	UI 6DE	UI 1	UI 7	UI 4CE	UI 6AB	UI 8	UI 4B	UI 6C	UI 3DE	UI 3ABC	UI 4AD	UI 2	UI 5
G_i	3 770	8 071	12 715	19 909	31 489	50 368	78 307	117 461	166 633	221 070	272 596	315 280	346 615
c_i	10 368	21 112	33 046	41 425	50 925	70 605	77 802	84 882	92 730	100 949	109 479	118 630	123 438
$G_i - c_i = R$	-6 597	-13 041	-20 331	-21 516	-19 436	-20 237	505	32 579	73 903	120 121	163 117	196 650	223 176
R_{ideal}	-4 360	-8 897	-9 491	-9 639	-7 558	1 997	18 445	49 156	90 040	134 035	166 130	199 663	223 176

Figura 05.85. Solução S8_E: Evolução G_i , C_i e R

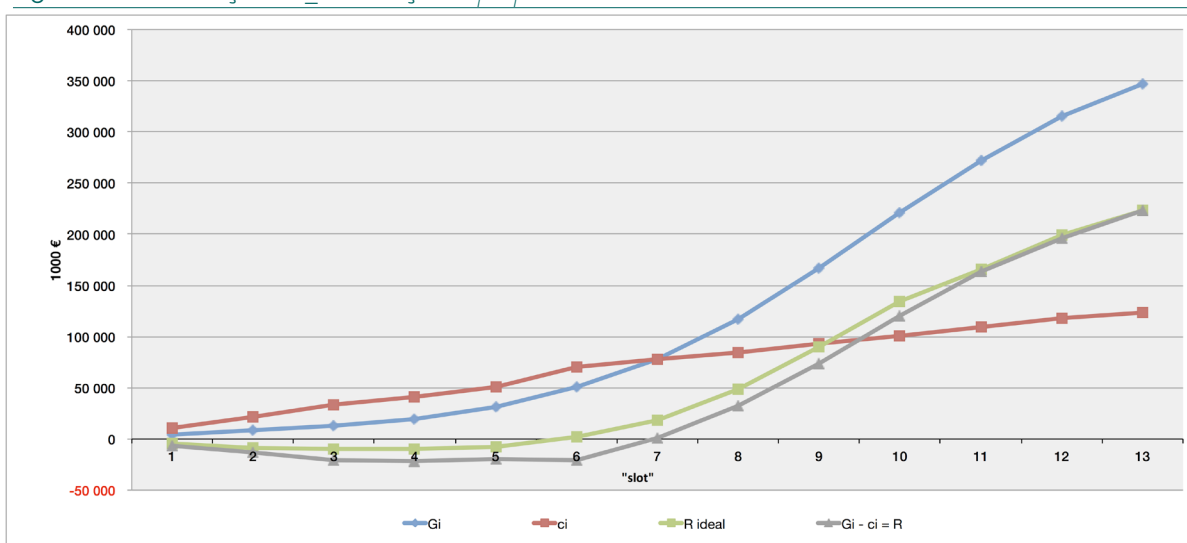
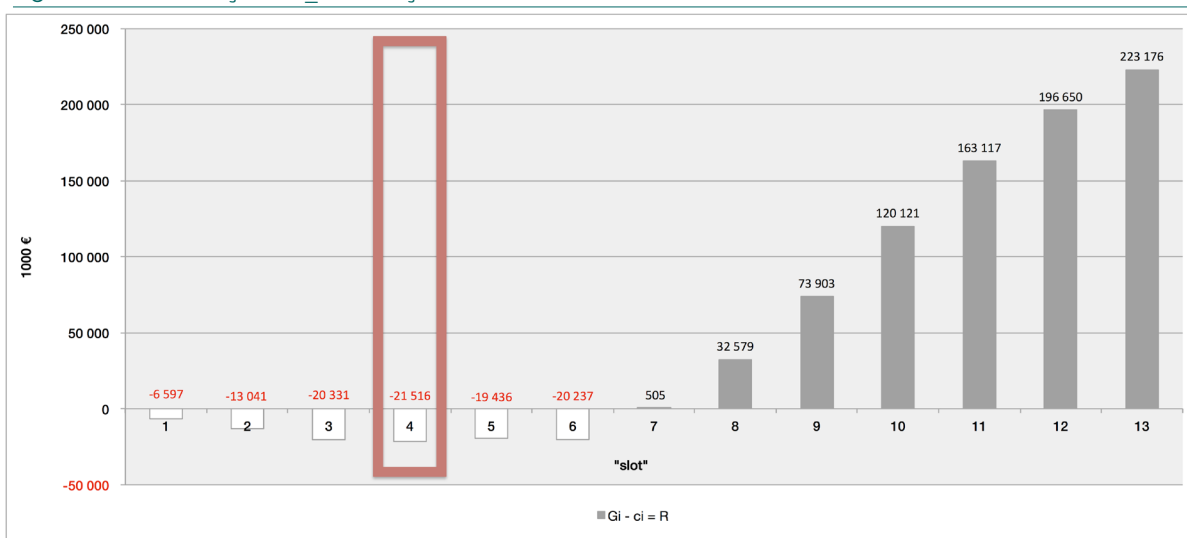


Figura 05.86. Solução S8_E: Evolução R

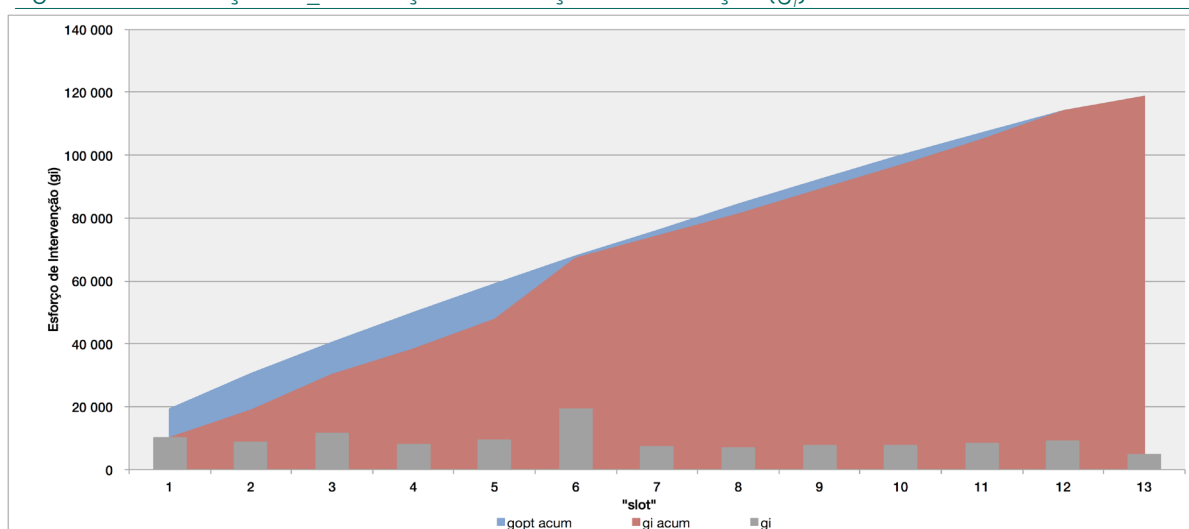


O valor máximo R para esta solução é de 21,516 milhões de Euros (232% acima do valor obtido para o óptimo individual - solução S1_E) e ocorreria no início da 4.ª UI.

Também nesta solução, nas UI 3ABC e UI 6DE as prioridades em relação ao tipo de realojamento não foram totalmente satisfeitas. No entanto o grau de satisfação para o total da ORU é de 99%.

Finalmente o resultado para o objectivo 3 (maximizar o esforço de intervenção) é apresentado na Figura 05.86.

Figura 05.87. Solução S8_E: Evolução do esforço de intervenção (g_j)



02.03.06> Comparação das 8 soluções

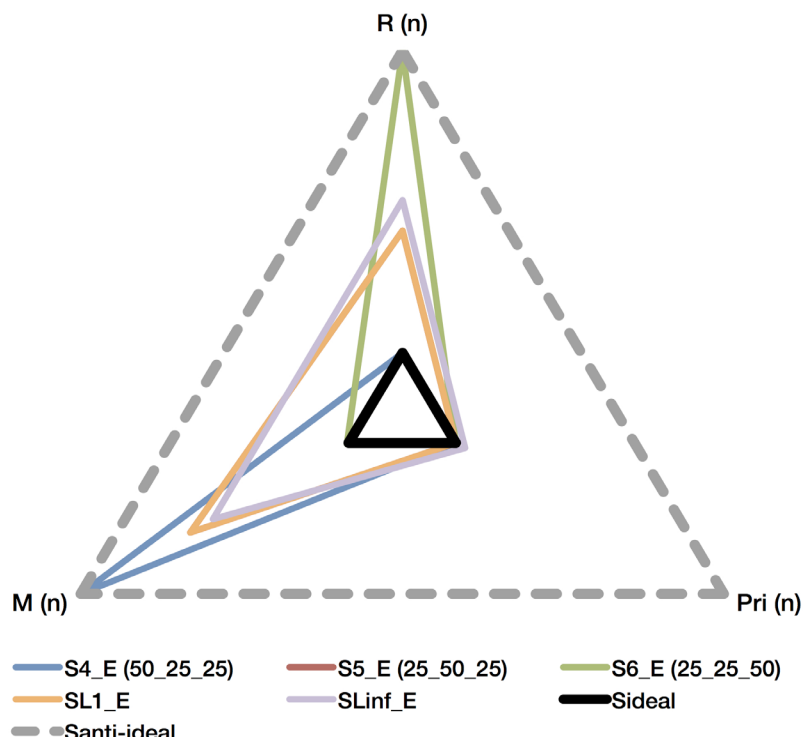
Na Tabela 05.35 é apresentado um resumo das 8 soluções com o resultado da sequência de execução das UI.

Tabela 05.35. Resumo das 8 soluções geradas com as sequências das UI

Solução	"Slot" / Sequência													R [1000 €]	Satisf Pri [%]	M
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
S1_E	UI 3DE	UI 6C	UI 5	UI 4B	UI 6AB	UI 1	UI 7	UI 4AD	UI 4CE	UI 6DE	UI 8	UI 2	UI 3ABC	9 639	99	23 454
S2_E	UI 7	UI 6DE	UI 8	UI 5	UI 1	UI 4CE	UI 4AD	UI 4B	UI 6AB	UI 2	UI 3ABC	UI 6C	UI 3DE	12 948	99	22 400
S3_E	UI 8	UI 7	UI 6DE	UI 6AB	UI 2	UI 1	UI 4AD	UI 4CE	UI 3ABC	UI 3DE	UI 4B	UI 6C	UI 5	33 158	98	0
S4_E	UI 5	UI 6C	UI 4B	UI 3DE	UI 6AB	UI 6DE	UI 1	UI 8	UI 4CE	UI 2	UI 4AD	UI 3ABC	UI 7	9 639	99	23 454
S5_E	UI 6C	UI 7	UI 6DE	UI 3DE	UI 6AB	UI 2	UI 4CE	UI 1	UI 4AD	UI 3ABC	UI 8	UI 4B	UI 5	19 170	99	13 917
S6_E	UI 8	UI 7	UI 6DE	UI 6AB	UI 2	UI 1	UI 4AD	UI 4CE	UI 3DE	UI 3ABC	UI 6C	UI 4B	UI 5	33 158	99	174
S7_E	UI 6C	UI 7	UI 6DE	UI 3DE	UI 6AB	UI 2	UI 3ABC	UI 4CE	UI 8	UI 4AD	UI 1	UI 4B	UI 5	19 170	99	13 917
S8_E	UI 6DE	UI 1	UI 7	UI 4CE	UI 6AB	UI 8	UI 4B	UI 6C	UI 3DE	UI 3ABC	UI 4AD	UI 2	UI 5	21 516	99	11 845

Na Figura 05.55 apresentamos um gráfico BAGAL que possibilita a representação gráfica do espaço dos objectivos e que pode auxiliar os AD na comparação de soluções e procura da solução preferida [215].

Figura 05.88.

BAGAL: comparação das soluções S4_E, S5_E, S6_E, SL1_E e SL_∞_E

Para mais facilmente compararmos os resultados obtidos por esta variante do modelo - "curva única de vendas" (CUV) - com os da "curva de vendas" (CV) original (ver secção 02.01 >, página 174), na Tabela 05.36 apresentamos um resumo dos resultados obtidos para as 8 soluções geradas com as duas variantes da "curva de vendas".

$R(n)$, $Pri(n)$ e $M(n)$ correspondem aos valores normalizados dos valores absolutos R , Pri e M e ΔL_1 e ΔL_∞ , as distâncias de cada uma das soluções à solução *ideal*, calculadas segundo as métricas Manhattan e de Chebyshev [210], respectivamente.

Assim, comparando os resultados obtidos pelas duas variantes da "curva de vendas" podemos tirar as seguintes conclusões:

- 1) a CUV apresenta sempre valores mais elevados para o objectivo R - entre 43% e 80% para as soluções dos óptimos individuais (S1_E, S2_E e S3_E vs S1_D, S2_D e S3_D) e entre 13% e 125% para as soluções não dominadas;
- 2) ainda em relação àquele objectivo, também o número de ordem da UI - "slot" - em que o valor de R é máximo, ocorre sempre numa fase mais adiantada da ORU. Consequentemente, o mesmo acontece com o "slot" em que aquele valor passa a positivo;
- 3) o objectivo de maximização da eficiência do esforço de intervenção, também apresenta piores resultados (pior ajuste

entre a curva real e a curva ideal) para a CUV;

- 4) por último, em relação ao valor de *Pri* (maximização das prioridades de realojamento) os resultados são idênticos (note-se, no entanto, que, para os dados do nosso caso de estudo, as prioridades de realojamento são quase totalmente respeitadas em todas as soluções).

Tabela 05.36. Resumo das 8 soluções geradas ("curva única de vendas vs "curva de vendas")

	1.º espaço de soluções			2.º espaço de soluções			3.º espaço de soluções				
	"Curva de venda única"										
Objectivo	S1_E OPT1	S2_E OPT2	S3_E OPT3	S4_E 50_25_25	S5_E 25_50_25	S6_E 25_25_50	S7_E SL1	S8_E SLinf	S ideal	S anti-ideal	
R	9 639	12 948	33 158	9 639	19 170	33 158	19 170	21 516	9 639	33 158	
Pri	9 255	9 938	9 054	9 938	9 938	9 938	9 938	9 907	9 938	9 054	
M	23 454	22 400	0	23 454	13 917	174	13 917	11 845	0	23 454	
R (n)	0.000	0.141	1.000	0.000	0.405	1.000	0.405	0.505	0.000	1.000	
Pri (n)	0.773	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	0.000	1.000	
M (n)	1.000	0.955	0.000	1.000	0.593	0.007	0.593	0.505	0.000	1.000	
Dist. à S _{ideal}											
ΔL1 [%]	1.773	110%	2.000	1.000	0.999	1.007	0.999	1.045	-	-	
ΔLinf [%]	1.000	0.955	1.000	1.000	0.593	1.000	0.593	0.505	-	-	
	"Curva de venda"										
Objectivo	S1_D OPT1	S2_D OPT2	S3_D OPT3	S4_D 50_25_25	S5_D 25_50_25	S6_D 25_25_50	S7_D SL1	S8_D SLinf	S ideal	S anti-ideal	
R	5 328	9 062	18 490	8 519	8 519	18 490	8 519	10 711	5 328	18 490	
Pri	9 616	9 938	9 277	9 938	9 938	9 938	9 938	9 616	9 938	9 277	
M	18 904	9 194	0	9 712	9 712	174	9 712	9 194	0	18 904	
R (n)	0.000	0.284	1.000	0.242	0.242	1.000	0.242	0.409	0.000	1.000	
Pri (n)	0.488	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.487	0.000	1.000	
M (n)	1.000	0.486	0.000	0.514	0.514	0.009	0.514	0.486	0.000	1.000	
Dist. à S _{ideal}											
ΔL1 [%]	1.488	77%	2.000	0.756	0.756	1.009	0.756	1.382	-	-	
ΔLinf [%]	1.000	0.486	1.000	0.514	0.514	1.000	0.514	0.487	-	-	

As diferenças de resultados verificadas, nomeadamente no valor de *R*, estão relacionados com os parâmetros de ajuste das duas curvas - CUV e CV, que reflectem a evolução das "vendas" (ou evolução das taxas de absorção do mercado) ao longo da ORU. Não conhecemos a existência de dados reais que nos permitam aferir com rigor a evolução destas curvas (com excepção dos utilizados e referidos no Capítulo 4, secção 01.06>, página 162). Será por isso, muito interessante desenvolver no futuro um trabalho exaustivo de recolha e tratamento de dados dos comportamentos do mercados em operações deste tipo.

De qualquer forma, somos levados a concluir que a CUV, ao considerar o comportamento da ARU como um todo, talvez reflecta melhor o comportamento do mercado. Acresce ainda, que a CUV ao originar resultados aparentemente piores, poderá tornar-se uma opção mais conservadora.

C > 06

conclusões e desenvolvimentos futuros

Espera-se na elaboração de um trabalho desta natureza e, de modo muito particular na apresentação das suas conclusões, a manifestação de um sentido crítico, de uma objectividade e de uma capacidade de síntese que tornem possível a identificação suficientemente clara, das metas alcançadas e dos principais resultados obtidos, mas também, e não de somenos importância, dos problemas e dificuldades sentidas e das respostas que apesar do trabalho e esforço efectuado (ainda) não foram alcançadas. Estas permitir-nos-ão reflectir e ponderar sobre os possíveis caminhos de investigação futura, de que mais adiante falaremos. Aqueles, causa natural de contratempos, alguns atrasos e eventuais desvios no desenvolvimento deste trabalho, foram certamente importantes para o apuramento do referido espírito crítico, da capacidade de trabalho e de investigação e da resiliência necessária para que um trabalho com estas características (nomeadamente, a temporal) possa vir a ser concluído.

Assim, este trabalho terá tornado o seu autor, um melhor engenheiro, um melhor investigador, e em consequência, um melhor docente.

01 > Síntese do trabalho desenvolvido e das principais contribuições

A regeneração urbana ao ser definitivamente encarada como questão real e central do quotidiano das cidades e das populações, irá desempenhar nos próximos anos (ou mesmo décadas) um papel central no desenvolvimento e sustentabilidade urbana. Este facto, que provavelmente terá maior relevo nos países mais desenvolvidos e/ou mais urbanizados onde, recorde-se, mais de 85% da população é urbana.

De facto, e face à evolução ocorrida e ao panorama actual, que procurámos descrever ao longo do Capítulo 2, parece-nos podermos hoje concluir que, a implementação de acções de regeneração urbana, com particular incidência nos centros “históricos” das cidades, permitirá promover a resolução de alguns dos problemas de carácter:

- **Físico**, ao pôr termo ao processo de abandono, degradação e decadência que aqueles têm vindo a sofrer, com todos os problemas, consequências e impactos que daí resultaram e que hoje tão bem sentimos e conhecemos (desertificação, pobreza, insegurança, poluição, etc.);
- **Social**, ao responder às necessidades das próprias populações urbanas que, cada vez mais parecem dar sinais de querer alterar o seu estilo de vida. Regressando aos centros das cidades, diminuindo com isso, necessidades e custos com deslocações pendulares casa-trabalho (mas também deslocações a serviços e equipamentos colectivos de saúde, ensino, entre outros); tirando mais proveito das ofertas e oportunidades (nomeadamente, sociais e culturais) oferecidas pelo centro urbano, obtendo mais tempo para a actividades de lazer e para a família;
- **Ambiental**, ao tornar o desenvolvimento urbano mais eficiente e mais sustentável, dando resposta aos tendencialmente mais preocupantes, prementes (até mesmo, alarmantes) problemas energéticos e ambientais. De facto, permite reduzir o consumo energético dos edifícios ao melhorar as suas características técnicas e de desempenho; contribui também para a diminuição do consumo energético associado ao sector dos transportes, ao aumentar a população nos centros urbanos e potenciar a redução das necessidades de deslocação, associadas à promoção e oferta de modos de transporte mais sustentáveis (transportes colectivos, bicicleta, deslocação a pé, etc.);
- **Económico**, ao criar também uma nova via de revitalização da situação económica actual, em particular da indústria da construção, um dos pilares das economias, mas que agora se encontra praticamente estagnada (em especial nos EUA e países da Europa).

Tendo em conta o que atrás se referiu e concluiu, este trabalho de investigação procurou concretizar-se numa contribuição para o estado do conhecimento no âmbito da problemática da regeneração urbana e, ainda, da sua relação com o conceito de desenvolvimento sustentável.

Uma vez que no desenrolar desta investigação, nomeadamente no desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa bibliográfica, nos pareceu existir algumas vezes “dúvida” ou “confusão” na utilização de vários dos conceitos frequentemente referidos nesta temática (conservação, restauro, reabilitação, renovação, reestruturação, regeneração, etc.),

pareceu-nos pertinente fazer um "ponto da situação" e sobretudo procurar clarificar e sistematizar o seu significado e utilização. Temos esperança de a ter ajudado a conseguir.

Particularmente no que à "renovação", "reabilitação" e "regeneração" (urbana) diz respeito, é agora nossa convicção de que mais que significados diferentes (que em rigor linguístico terão), constituem principalmente a evolução (natural) do conceito, reflectindo a transformação do foco e dos problemas, preocupações, necessidades e exigências de decisores e populações.

Assim, a regeneração urbana representará o estágio mais actual desse conceito (mas, não o último), contemplando metodologias e políticas de intervenção com uma perspectiva mais permanente, integrada e abrangente. Isto, tanto no que diz respeito à dimensão espacial da intervenção (área próxima – bairro – cidade - região), como no que toca às dimensões do problema (físicas, sociais, económicas, culturais, ambientais, etc.), quer ainda no envolvimento de um leque mais alargado de interessados/intervenientes no processo de análise e decisão.

A regeneração urbana será pois, um processo participativo e inclusivo e simultaneamente contínuo, evolutivo e duradouro – isto é, sustentável.

Este esforço que desenvolvemos de procurar promover a clarificação do conceito de regeneração urbana, esteve (e está) também associada à ainda reduzida implementação prática deste conceito – em particular, no nosso país. De facto, quase uma década depois da publicação do Decreto-Lei n.º 104/2004, de 7 de Maio, que estabeleceu o regime jurídico excepcional da reabilitação urbana de zonas históricas e de áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística e que veio permitir a criação das denominadas Sociedades de Reabilitação Urbana (SRU), podem ainda ser considerados residuais os seus resultados práticos. Prova disto, estará com certeza na necessidade verificada de, desde aí e até à data, desenvolver duas grandes alterações legislativas àquele regime (primeiro em 2009, depois e mais recentemente em 2012), o mesmo acontecendo com o regime jurídico do arrendamento urbano, apontado frequentemente com uma das causas do fracasso da regeneração urbana em Portugal.

Tornou-se, assim, para nós evidente que o foco, principalmente em alguns dos decisores políticos, ainda se encontra muito centrado numa visão redutora (e por isso, errada) deste conceito, agravada por uma percepção dos problemas e das suas eventuais soluções

a uma escala espacial demasiado limitada. Deste modo, parece-nos importante, na tentativa de alterar este cenário, o trabalho que desenvolvemos de:

1- estimar o valor do parque habitacional português...

como forma de reflectir sobre o que fizemos e, de como aqui chegámos – **passado**;

2- caracterizar o parque habitacional português...

para compreender o que temos e a realidade com que nos deparamos – **presente**;

3- estimar o potencial económico da reabilitação...

para perspectivar o que poderemos (e muito provavelmente, devemos) fazer – **futuro**.

É assim urgente alterar este paradigma, assumindo e interpretando definitivamente o “verdadeiro” conceito de regeneração urbana. Pareceu-nos, por isso, pertinente e de grande actualidade, o desenvolvimento de metodologias que: contribuíssem para a sistematização nos problemas de regeneração do espaço urbano edificado; disponibilizassem uma visão mais clara e alargada dos problemas e soluções; possibilitassem a simulação e confronto de cenários de intervenção; constituíssem um instrumento de apoio e de reflexão para os agentes de decisão; com isso, proporcionassem decisões sustentadas e de maior qualidade. Com esse intuito, desenvolvemos neste trabalho:

1- *uma metodologia (ou guião) cujo objectivo é ajudar a pensar e a sistematizar as acções a desenvolver na implementação de intervenções de regeneração urbana, nomeadamente na perspectiva do apoio à decisão...*

a metodologia desenvolvida, identificou um conjunto (mínimo) de 15 fases, agrupadas em 5 etapas;

foi usada (e por isso, testada) no planeamento e desenvolvimento desta investigação, servindo de guia e reflexão sobre os trabalhos que seria necessário ir programando e executando;

na tentativa de tornar mais fácil a sua eventual aplicação prática (isto é, mais próxima das usuais técnicas de gestão e planeamento), ela foi desenvolvida procurando “seguir” as “usuais” fases de desenvolvimento de um projecto/empreendimento de construção.

2 - uma metodologia de avaliação do estado de conservação (EC) do edifícios...

constituída por um conjunto coerente de 13 atributos, os quais podemos agrupar em cinco categorias (estrutura e paredes de fachada; cobertura; escadas e elementos de compartimentação interior; sistemas e instalações prediais; segurança contra-incêndio);

a selecção deste (e não doutro) conjunto de atributos teve como principal razão procurar seguir a estrutura definida no Método de Avaliação do Estado de Conservação de imóveis (MAEC) [197], desenvolvido no âmbito do NRAU, mas sobretudo as características e o tipo de dados que dispúnhamos para o nosso caso de estudo;

atendendo também, ao objectivo de obter um conjunto menos numeroso de atributos de avaliação;

e ainda, ao facto, de querermos avaliar o estado global do edifícios (e não cada uma das suas fracções, em detalhe) numa fase inicial de preparação e desenvolvimento do plano estratégico de uma intervenção, não pretendendo obter uma agregação completa dos desempenhos de cada um dos atributos segundo uma função utilidade e, com isso, a ordenação completa do edifícios avaliados segundo o seu EC, mas antes a atribuição de cada edifício a uma determinada classe de EC (previamente e perfeitamente definida), com o objectivo de estimar a natureza e valor dos trabalhos de intervenção a realizar;

deste modo, o carácter mais inovador do desenvolvimento desta metodologia estará na utilização de um método científico de avaliação multiatributo, o ELECTRE TRI, como base do modelo de cálculo do EC;

de facto, os resultados da aplicação ao caso de estudo, vieram a permitir comprovar a validade de algumas das razões que estiveram na origem da nossa opção pelo ELECTRE TRI, nomeadamente: a sua intrínseca natureza não compensatória, uma vez que se verifica que na avaliação do EC de um edifício a compensação entre atributos não deverá ser em muitas das situações aceitável, (p.ex. se as condições de segurança da estrutura de um edifício forem avaliadas como mediócras, a avaliação do EC do edifício deverá estar obviamente condiciona por este resultado "parcelar"); compreender o conceito de *pseudo-atributo* e com isso, acomodar de forma natural, alguma imprecisão nos dados (que existirão frequentemente neste tipo de avaliação) e também a incerteza e indecisão inerente aos processos de decisão.

3 - uma metodologia de avaliação e caracterização (classificação) da população da ARU...

constituída, por um conjunto de 11 atributos que contribuem para caracterizar três aspectos em particular da população de uma ARU: as características intrínsecas do agregado familiar; a sua vivência e relação com a ARU; e respectiva necessidade e facilidade de mobilidade;

também, as características e “vantagens” da utilização do método ELECTRE TRI (já atrás referidas) se revelaram, aquando da aplicação ao caso de estudo, bastante úteis e promissoras;

refira-se ainda, a este respeito, que desconhecemos a existência de uma aplicação de uma metodologia deste tipo na avaliação da dimensão social (ou de uma das suas componentes) de uma intervenção de regeneração urbana. Parece-nos assim, dada a flexibilidade e facilidade de adaptação que a metodologia permite e comporta (o que também é válido na avaliação do EC), que poderá estar aqui um caminho de investigação promissor.

4 - um modelo multiobjectivo - MMO, (apresentado no Capítulo 4), que permite determinar a melhor sequência de implementação das Unidades de Intervenção no âmbito de uma Operação de Reabilitação Urbana...

depois de desenvolvido o modelo, ficamos francamente convictos da validade, interesse e carácter inovador da sua utilização no apoio aos agentes de decisão no desenvolvimento de intervenções de regeneração urbana;

de facto, através da resposta às preocupações (objectivos): Económicas - ao minimizar as necessidades de financiamento das Operações de Reabilitação Urbana; Sociais - ao maximizar a adequação do realojamento necessário durante a execução da intervenção, às necessidades das populações residentes nas Áreas de Reabilitação Urbana; Físicas e Ambientais: ao maximizar a eficiência do esforço de intervenção (isto é, o grau de reabilitação do edifícios), dando prioridade à reabilitação das Unidades de Intervenção em que os edifícios apresentam um pior estado de conservação.

Julgamos ter conseguido incorporar no modelo o conceito de desenvolvimento urbano sustentável (ficando em aberto a possibilidade de vir a incluir outras dimensões do problema);

a aplicação a um caso de estudo, permitiu-nos ainda confirmar o interesse e validade dos resultados obtidos, que permitem fornecer aos agentes de decisão (AD) uma melhor percepção das magnitudes das diversas dimensões do problema, dos aspectos em conflito, mas também, da natureza das relações de compromisso a considerar;

de facto, parece-nos que o tipo e forma de resultados devolvidos pelo modelo (*output*), nomeadamente no que diz respeito, aos impactos sociais (como o realojamento) da intervenção, mas também, o impacto económico da intervenção, poderá ser um contributo muito útil para uma muito melhor percepção do problema por parte dos agentes de decisão;

aliás, convictos de que residirão nestes dois aspectos as principais dificuldades, e por isso, causas do menor sucesso e/ou dificuldades de implementação de intervenções de regeneração urbana, parece-nos que a utilização de um modelo deste tipo, ao facilitar a simulação e confronto de cenários alternativos de intervenção, devolvendo a natureza e magnitude dos seus impactos, poderá contribuir para uma estudo, análise mais profundo deste tipo de intervenções, potenciando a obtenção de melhores e mais sustentadas decisões.

5 - um módulo materializando um Sistema de Apoio à Decisão (SAD), que incorporasse, nomeadamente, os modelos e metodologias formais de apoio à decisão referidas nos Objectivos 1, 2 e 3...

a complexidade deste tipo de problemas, o carácter espacial e volume da informação que envolvem, e ainda a necessidade de implementação e utilização das metodologias/modelos científicos multicritério desenvolvidos, que podem comportar um esforço de cálculo considerável, conduziu-nos à necessidade de implementar um SAD;

a sua integração num sistema de informação (Web), mais abrangente, com um ambiente flexível e amigável, que auxilia o AD na manutenção e estruturação da informação, na obtenção de uma análise histórica e estatística, e fornece apoio à decisão, tanto a especialistas, mas também, a outros intervenientes porventura, com menos conhecimentos técnicos, pareceu ser bastante eficiente e produtiva;

a utilização de um Web-SIG que permite a visualização de mapas temáticos dos edifícios armazenados na base de dados, possibilitando assim a representação automática atributos e resultados

da aplicação dos modelos, proporciona uma mais-valia para o AD na análise e percepção da distribuição e variação espacial de indicadores qualitativos e/ou quantitativos.

Outro aspecto importante que gostaríamos de destacar, é a natureza conceptual e o objecto de estudo desta investigação. Muitos dos trabalhos metodológicos que se conhecem neste âmbito, têm como foco principal o edifício (ou uma das suas componentes). Dedicam-se, por exemplo, à avaliação do seu estado de conservação global, ou à avaliação ou desenvolvimento de técnicas e/ou processos construtivos para componentes ou sistemas específicos (a estrutura, as fachadas, a segurança, o comportamento térmico, etc.). O mérito e a enorme contribuição que estes têm, no desenvolvimento metodológico e tecnológico da reabilitação urbana, tão importante para o sucesso da sua aplicação prática, é indiscutível. Pretendemos, no entanto, neste trabalho intervir a um nível e/ou escala mais abrangente, isto é, ainda nas fases de preparação e desenvolvimento das estratégias de intervenção "globais".

Apesar de esta investigação e os modelos inovadores desenvolvidos terem como objecto as áreas de reabilitação urbana, eles poderão, com as devidas adaptações, ser aplicáveis a outras tipologias de intervenção sobre o espaço urbano edificado (por exemplo, no caso de um organismo da administração central ou local na gestão do seu parque de habitação social; ou, no caso de um fundo de investimento imobiliário no planeamento das acções de regeneração da sua carteira de imóveis).

Aliás, embora podendo solicitar algumas alterações de natureza eventualmente mais profunda, parece-nos que tanto o modelo conceptual subjacente à metodologia multiatributo de avaliação do EC dos edifícios, como a que suporta o modelo multiobjectivo que permite determinar a melhor sequência de implementação das Unidades de Intervenção no âmbito de uma Operação de Reabilitação Urbana, poderiam ser adaptados a problemas de natureza similar (acções de regeneração/reabilitação) mas com objecto de intervenção substancialmente distinto (por exemplo, a rede rodoviária de um município ou país).

02> **Perspectivas de desenvolvimento futuro**

Achamos que, ao longo do desenvolvimento deste trabalho de investigação, os seus principais objectivos foram alcançados. Contudo, como em geral em qualquer trabalho de investigação científica deixam-se em aberto novas vias de investigação que permitirão dar continuidade e/ou aprofundar a investigação já realizada.

Não pretendendo ser exaustivo, apontam-se de seguida algumas possibilidades para desenvolvimentos futuros:

- A introdução de novas dimensões no modelo multiobjectivo, por exemplo, com a consideração dos aspectos da poupança de energia e/ou redução das emissões poluentes, reflectindo aspectos ambientais do desenvolvimento sustentável, poderá revelar-se muito interessante;
- O desenvolvimento de novas versões do modelo multiobjectivo, que permitam a regeneração simultânea de mais que uma zona e/ou considerar tempos de renovação distintos entre as diferentes zonas. Refira-se, que apesar de esta última questão já ser possível na versão que utiliza a "curva única de vendas, tornar este mecanismo mais flexível e parametrizável;
- O desenvolvimento de um trabalho exaustivo de recolha e tratamento de dados dos comportamentos do mercados em operações deste tipo, que conduzam à melhor definição das curvas as diferenças verificadas nos resultados da aplicação das duas versões da denominada "curva de vendas" (CV e CUV);
- O estudo de outros tipos de impactos que poderão contribuir para fomentar e potenciar a implementação de intervenções de regeneração urbana em Portugal. Por exemplo, impactos na economia, e no aumento de receitas fiscais, ou ainda os aspectos económicos resultantes da melhoria da eficiência energética, quer ao nível dos edifícios, quer ao nível dos aspectos da mobilidade e transportes;
- A comparação em larga escala dos resultados da metodologia proposta para a avaliação do EC dos edifícios com os resultados obtidos pela aplicação do MAEC;
- A incorporação do método ELECTRE TRI na estrutura do MAEC.

referências

- [1] Tellier, L.-N., *Urban world history: An economic and geographical perspective*, University Press of Québec. Québec, Canada: University Press of Québec, 2009.
- [2] Champion, T., "Urbanization, Suburbanization, Counterurbanization and Reurbanization", in *Handbook of Urban Studies*, R. Paddison, Ed., SAGE Publications, London, 2001, pp. 143-161.
- [3] Antrop, M., "Landscape change and the urbanization process in Europe" *Landscape and Urban Planning*, 67 (2004), pp. 9–26, 2003.
- [4] Oatley, N., "Urban regeneration", *Planning Practice and Research*, 10(3/4), 1995, pp. 261–269.
- [5] Hemphill, L., Berry, J. & McGreal, S., "An indicator-based approach to measuring sustainable urban regeneration performance: Part 1, conceptual foundations and methodological framework," *Urban Studies*, vol. 41, no. 4, pp. 725–755, Apr. 2004.
- [6] Klaassen, L.H., Molle, W.T.M. & Paelinck, J.H.P. (eds), *Dynamics of Urban Development*. Aldershot: Gower, 1981.
- [7] Berg, L. van der, Drewett, R., Klaassen, L.H., Rossi, A. & Vijverberg, C.H.T., *Urban Europe*, vol. 1: A Study of Growth and Decline. Oxford: Pergamon, 1982.
- [8] Assembleia da República Portuguesa, Lei n.º 307/2009, de 23 de Outubro - Regime Jurídico da Reabilitação Urbana. *Diário da República*, 1.ª Série, n.º 206, 23 de Outubro de 2009, pp. 7956–7975.
- [9] Assembleia da República Portuguesa, Decreto-lei n.º 32/2012, de 14 de Agosto - Procede à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 307/2009, de 23 de outubro, que estabelece o regime jurídico da reabilitação urbana, e à 54.ª alteração ao Código Civil, aprovando medidas destinadas a agilizar e a dinamizar a reabilitação urbana, *Diário da República*, 1.ª Série, n.º 157, 14 de Agosto de 2012, pp. 4452–4483.

referências

- [10] Childe, V. G., "The Urban Revolution," *Town Planning Review*, vol. 21, no. 1, pp. 3–17, Jan. 1950.
- [11] Smith, M. E., "V. Gordon Childe and the Urban Revolution: a historical perspective on a revolution in urban studies," *Town Planning Review*, vol. 1, no. 80, pp. 3–29, Jan. 2009.
- [12] UN HABITAT, *State of the World's Cities 2006/2007*. London,, UK: Earthscan, 2006.
- [13] LSE, London School of Economics & Deutsche Bank's Alfred Herrhausen Society *The endless city*. London, UK: Phaidon Press Ltd, 2007.
- [14] PRB - Population Reference Bureau, "Human Population: Urbanization," [prb.org](http://www.prb.org/Educators/TeachersGuides/HumanPopulation/Urbanization.aspx). [Online]. Disponível em: <http://www.prb.org/Educators/TeachersGuides/HumanPopulation/Urbanization.aspx>. [Consultado em: 23-Apr-2013].
- [15] FIG, International Federation of Surveyors, "Rapid Urbanization and Mega Cities: The Need for Spatial Information Management," FIG - International Federation of Surveyors, Copenhagen, Denmark, 48, Jan. 2010.
- [16] UN, "World Urbanization Prospects The 2011 Revision - Highlights," UN - Department of Economic and Social Affairs, New York, USA, ESA/P/WP/224, Mar. 2012.
- [17] Geddes, P., *Cidades em evolução*, São Paulo, Brasil, Papirus, 1994.
- [18] NASA - National Aeronautics and Space Administration, "NASA Visible Earth: Night Lights 2012 - Flat map," visibleearth.nasa.gov [Consultado: 04-Dez-2012].
- [19] Brinkhoff, T., "Major Agglomerations of the World - Population Statistics and Maps" [citypopulation.de](http://www.citypopulation.de/world/Agglomerations.html). [Online]. Disponível em: <http://www.citypopulation.de/world/Agglomerations.html>. [Consultado em: 29-Apr-2013].
- [20] Tisdale, H., 'The process of urbanisation', *Social Forces*, 20: 311–16, 1942.
- [21] Berry, B.J.L. (ed.), *Urbanization and Counterurbanization*. Beverly Hills, CA: Sage, 1976.
- [22] Burgess, E.. The growth of the city. In: Park, R., Burgess, E. (Eds.), *The City*. University of Chicago Press, Chicago, 1925, pp. 47–62.
- [23] Mann, P.. *An Approach to Urban Sociology*. Routledge, London, 1965.

referências

- [24] Pacione, M., *Urban Geography: A Global Perspective*. London: Routledge, 2009.
- [25] Hall, P., 'Spatial structure of metropolitan England and Wales', in M. Chisholm and G. Manners (eds), *Spatial Policy Problems of the British Economy*. Cambridge: Cambridge University Press. 1971, pp. 96–125.
- [26] Lewis, G.J. & Maund, D.J., "The urbanization of the countryside: a framework for analysis", *Geografiska Annaler*, 58B, 17–27, 1976.
- [27] Bruegmann, R., *Sprawl: A Compact History*. Chicago: The University of Chicago Press, 2005.
- [28] Domingues, A., "(Sub)úrbios e (sub)urbanos - o mal estar da periferia ou a mistificação dos conceitos?", *Revista da Faculdade de Letras – Geografia – Universidade do Porto*, 1994.
- [29] Johnston, R.J. (ed), *The Dictionary of Human Geography*. Oxford: Blackwell, 1981.
- [30] Birch, D. L., "From Suburb to Urban Place," *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, vol. 422, no. 1, pp. 25–35, Jan. 1975.
- [31] Calheiros, A. & Duque, E. J., "A contraurbanização: paisagem e humanidade," apresentado ao VII Congresso Português de Sociologia, Universidade do Porto, Porto, Junho de 2012.
- [32] Pacheco, E., "Alteração das acessibilidades e dinâmicas territoriais na Região Norte: expectativas, intervenções e resultantes. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Dissertação de Doutoramento apresentada à Faculdade de Letras da Universidade do Porto para a obtenção de grau de Doutor em Geografia, Porto, 2004.
- [33] Mendes, M., "Análise da eficácia da avaliação de impactes da rede nacional de auto-estradas," Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil de Ordenamento do Território e Impactes Ambientais, Lisboa, 2012.
- [34] Fernandes, J. R. & Chamusca, P., "Urban policies, planning and retail resilience," *Cities*, In Press, Corrected Proof, Available online 25 December 2012. Disponível: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0264275112002168>. [Consultado: 04-Fev-2013].
- [35] Lopes Balsas, C. J., "City center revitalization in Portugal," *Cities*, vol. 17, no. 1, pp. 19–31, Feb. 2000.

referências

- [36] Lever, W. F., "Reurbanisation - The Policy Implications," *Urban Studies*, vol. 30, no. 2, pp. 267–284, 1993.
- [37] Tallon, A. R. & Bromley, R. D. F., "Exploring the attractions of city centre living: evidence and policy implications in British cities," *Geoforum*, 35, 2004, pp-771-787
- [38] Buzar, S. , Ogden, P. E. & Hall, R., "Households matter: the quiet demography of urban transformation," *Progress in Human Geography*, vol. 29, no. 4, 2005, pp. 413–436.
- [39] Bromley, R. D. F., Tallon, A. R. & Roberts, A. J., "New populations in the British city centre: Evidence of social change from the census and household surveys," *Geoforum*, 38, 2007, pp.138-154.
- [40] Rae, A., "English urban policy and the return to the city: A decade of growth, 2001–2011," *Cities*, vol. 32, 2013, pp. 94–101.
- [41] Ogden, P. E. & Hall, R., "The second demographic transition, new household forms and the urban population of France during the 1990s," *Transactions of the Institute of British Geographers*, vol. 29, no. 1, pp. 88–105, Mar. 2004.
- [42] US Census Bureau, <http://www.census.gov/popest/data/cities/totals/2011/index.html>, (29/06/2012), 2012.
- [43] Frey, W. H., "Demographic Reversal: Cities Thrive, Suburbs Sputter | Brookings Institution," *State of Metropolitan America*, 29-Jun-2012. [Online]. Disponível: <http://www.brookings.edu/research/opinions/2012/06/29-cities-suburbs-frey>. [Consultado: 04-Jul-2012].
- [44] Ley, D., *The New Middle Class and the Remaking of the Central City*. Oxford University Press, Oxford, 1996.
- [45] Holloway, L., Hubbard, P., *People and Place: The Extraordinary Geographies of Everyday Life*. Pearson Education, Harlow, 2001.
- [46] Davidson, M., "Gentrification as global habitat: a process of class formation or corporate creation?," *Transactions of the Institute of British Geographers*, vol. 32, no. 4, pp. 490–506, Oct. 2007.
- [47] Evans, R., *Regenerating Town Centres*. Manchester University Press, Manchester, 1997.
- [48] Couch, C., "Housing development in the city centre", *Planning Practice and Research* 14, 69–86, 1999.

referências

- [49] Athens Charter, The Athens Charter for the Restoration of Historic Monuments. Athens: First International Congress of Technicians of Historic Monuments, 1931, p. 3.
- [50] Tiesdell, S., Oc, T. & Heath, T., Revitalizing historic urban quarters. Oxford: Butterworth, 1996.
- [51] Godet., O. The Loi Malraux and the urban-conservation revolution in 1960s France, Proceedings of the Joint Conference Docomomo International and The Architectural Heritage Society of Scotland 2009, pp. 36-41, 2009.
- [52] Teller, J. & Bond, A., Review of present European environmental policies and legislation involving cultural heritage. Environmental Impact Assessment Review, vol. 22, pp. 611-632, 2002.
- [53] Loi Malraux - Loi n.º 62-903 du 4 août 1962 "complétant la législation sur la protection du patrimoine historique et esthétique de la France et tendant à faciliter la restauration immobilière", Journal Officiel de la République Française, 1962.
- [54] Foret C. & Porchet, F., "La Réhabilitation urbaine," Centre de Documentation de L'Urbanisme, Paris.
- [55] Paiva, J. V., Aguiar J. & Pinho A., Guia Técnico de Reabilitação Habitacional – Volume1, Instituto Nacional da Habitação e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2006.
- [56] Helms, A., "Understanding gentrification: an empirical analysis of the determinants of urban housing renovation," Journal of Urban Economics, vol. 54, no. 3, pp. 474–498, Nov. 2003.
- [57] Buzar, S., Ogden, P. E. & R. Hall, "Households matter: the quiet demography of urban transformation," Progress in Human Geography, vol. 29, no. 4, pp. 413–436, Aug. 2005.
- [58] Bounds, M. & Morris, A., "Second wave gentrification in inner-city Sydney," Cities, vol. 23, no. 2, pp. 99–108, 2006.
- [59] Smith, D. & Holt, L., "Studentification and 'apprentice' gentrifiers within Britain's provincial towns and cities: extending the meaning of gentrification," Environment and Planning A, vol. 39, pp. 142–161, 2007.
- [60] Guzey, O., "Urban regeneration and increased competitive power: Ankara in an era of globalization," Cities, Jan. 2009.

referências

- [61] Peixoto, P. J. M., O passado ainda não começou - Funções e estatuto dos centros históricos no contexto urbano português, Tese apresentada para a obtenção do Grau de Doutor em Sociologia do Desenvolvimento e da Transformação Social, Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2006.
- [62] Bravo., L., "Area conservation as socialist standard-bearer- a plan for the historical centre of Bologna in 1969", *Proceedings of the Joint Conference Docomomo International and The Architectural Heritage Society of Scotland*, pp. 44-53, 2009.
- [63] Council of Europe, *European Charter of the Architectural Heritage*. Amsterdam: Council of Europe, p. 4. 1975.
- [64] Ha, S.-K., "Housing renewal and neighborhood change as a gentrification process in Seoul," *Cities*, vol. 21, no. 5, pp. 381–389, Apr. 2004.
- [65] Council of Europe, *Convention for the Protection of the Architectural Heritage of Europe*. Granada: European Treaty Series, p. 9, 1985.
- [66] Council of Europe, *Analysis of national policies on cultural heritage*. Strasbourg: Council of Europe, 1996.
- [67] Roberts, P. & Sykes, H. *Urban Regeneration*. SAGE Publications, London, 2000.
- [68] Harris, R. & Arku, G., "Housing and economic development: The evolution of an idea since 1945," *Habitat International*, vol. 30, no. 4, pp. 1007–1017, Dec. 2006.
- [69] Harris, R. & Arku, G., "The rise of housing in international development: The effects of economic discourse," *Habitat International*, vol. 31, no. 1, pp. 1–11, Mar. 2007.
- [70] Granelle, J-J., *Economie immobilière - Analyses et application*. Paris, France: Economica ed., 1998.
- [71] Foote, C. L., Gerardi, K., Goette, L. & Willen, P. S., "Just the facts: An initial analysis of subprime's role in the housing crisis," *Journal of Housing Economics*, vol. 17, pp. 291–305, Oct. 2008.
- [72] Duca, J. V., Muellbauer, J. & Murphy, A., "Housing markets and the financial crisis of 2007–2009: Lessons for the future," *Journal of Financial Stability*, vol. 6, no. 4, pp. 203–217, Dec. 2010.

referências

- [73] Lutz, B., Molloy, R. & Shan, H., "The housing crisis and state and local government tax revenue: Five channels," *Regional Science and Urban Economics*, vol. 41, no. 4, pp. 306–319, Jul. 2011.
- [74] Chernick, H., Langley, A. & A. Reschovsky, "The impact of the Great Recession and the housing crisis on the financing of America's largest cities," *Regional Science and Urban Economics*, vol. 41, no. 4, pp. 372–381, Jul. 2011.
- [75] Governo de Portugal, European Commission, European Central Bank, International Monetary Fund, Portugal: Memorandum of understanding on specific economic policy conditionality, 1st ed. Lisboa:, 2011, p. 36.
- [76] Governo de Portugal, Decreto Regulamentar n.º 9/2009 de 29 de Maio de 2009 - Conceitos técnicos nos domínios do ordenamento do território e do urbanismo a utilizar pelos instrumentos de gestão territorial, Lisboa: Diário da República, 1.ª Série, pp. 3366-3380.
- [77] Farid, K., "Urban Sprawl Vs Urban Renewal: What Role for Town and Country Planning Instruments in Ensuring Sustainable Cities? Case of Algeria," *Procedia Engineering*, vol. 21, pp. 760–766, Jan. 2011.
- [78] Couch, C., Sykes, O. & Börstinghaus, W., "Thirty years of urban regeneration in Britain, Germany and France: The importance of context and path dependency," *Progress in Planning*, vol. 75, no. 1, pp. 1–52, Jan. 2011.
- [79] European Union, Leipzig Charter on Sustainable European Cities, Leipzig, e May 2007.
- [80] European Union, Toledo informal ministerial meeting on urban development declaration, Toledo: Presidencia Española UE, Jun. 2010.
- [81] Comité das Regiões da União Europeia, "*Parecer do comité das regiões sobre o papel da regeneração urbana para o futuro do desenvolvimento urbano na Europa*," Comité das Regiões da União Europeia, Bruxelas, CdR 98/2010 fin, 9-10 de Junho de 2010.
- [82] Ministère de l'égalité des territoires et du logement, Loi n° 2000-1208 du 13 décembre 2000 relative à la Solidarité et au Renouvellement Urbains (SRU), Paris: Direction Générale de L'Urbanisme de L'Habitat et de la Construction, Dec. 2000.
- [83] Bonetti, M. & Sechet, P., "Le renouvellement du sens urbain", CSTB - Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Paris, Novembre 2011.

referências

- [84] DGOTDU - Direcção Geral do Ordenamento do território e Desenvolvimento Urbano, Proposta de projecto de decreto regulamentar que estabelece conceitos técnicos a utilizar nos instrumentos de gestão territorial, Final. Lisboa:, 2008, p. 94.
- [85] CESE - Comité Económico e Social Europeu, PARECER do Comité Económico e Social Europeu sobre: A necessidade de uma abordagem integrada da reabilitação urbana (parecer exploratório), BRUXELAS: CESE - Comité Económico e Social Europeu, May 2010.
- [86] WCED - World Commission on Environment and Development (1987) Our Common Future: The Brundtland Report. Oxford, Oxford University Press.
- [87] Fujiwara, A. , Zhang, J., Lee, B. & Da Cruz, M., "Evaluating Sustainability of Urban Development in Developing Countries Incorporating Dynamic Cause - Cause - Effect Relationships Over Time," Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, vol. 6, pp. 4349–4364, 2005.
- [88] UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change, Kyoto protocol to the united nations framework convention on climate change. Kyoto:, 1997.
- [89] Lundqvist, L., "Greening the People's Home': The Formative Power of Sustainable Development Discourse in Swedish Housing," Urban Studies, vol. 41, no. 7, pp. 1283–1301, Jun. 2004.
- [90] EEA - European Energy Agency, "Air pollution at street level in European cities," EEA Technical report, Copenhagen, 1, 2006.
- [91] IEA - International Energy Agency & OECD - Organization for Economic Co-operation and Development, "Energy Security and Climate Policy - Assessing Interactions", International Energy Agency, Paris, 2007.
- [92] IEA - International Energy Agency & OECD - Organization for Economic Co-operation, "World Energy Outlook 2011," International Energy Agency, Paris, 2011.
- [93] Sovacool, B. K., Mukherjee, I., Drupady, I. M. & D'Agostino, A. L., "Evaluating energy security performance from 1990 to 2010 for eighteen countries," Energy, vol. 36, no. 10, pp. 5846–5853, Oct. 2011.
- [94] Wu, G., Liu, L.-C., Han, Z.-Y. & Wei, Y.-M., "Climate protection and China's energy security: Win-win or tradeoff," Applied Energy, vol. 97, pp. 157–163, Sep. 2012.

referências

- [95] Blum, H. & Legey, L. F. L., "The challenging economics of energy security: Ensuring energy benefits in support to sustainable development," *Energy Economics*, vol. 34, no. 6, pp. 1982–1989, Nov. 2012.
- [96] UNEP - United Nations Environment Programme, "Buildings and Climate Change: Status, Challenges, and Opportunities," United Nations Environment Programme, 2007.
- [97] Urge-Vorsatz, D., Koeppel, S. & Mirasgedis, S., "Appraisal of policy instruments for reducing buildings' CO₂ emissions," *Build Res Inf*, vol. 35, no. 4, pp. 458–477, Aug. 2007.
- [98] Urge-Vorsatz, D., Danny Harvey, L. D., Mirasgedis, S. & Levine, M. D., "Mitigating CO₂ emissions from energy use in the world's buildings," *Build Res Inf*, vol. 35, no. 4, pp. 379–398, Aug. 2007.
- [99] Urge-Vorsatz, D. & Novikova, A., "Potentials and costs of carbon dioxide mitigation in the world's buildings," *Energy Policy*, vol. 36, no. 2, pp. 642–661, 2008.
- [100] Caputo, S., Coles, R., Caserio, M., Gaterelli, M. R. & Jankovic, L., "Testing energy efficiency in urban regeneration," *Proceedings of the ICE - Engineering Sustainability*, vol. 165, no. 1, pp. 69–80, Mar. 2012.
- [101] EEA - European Energy Agency, "Consumption and the environment - 2012 update", European Energy Agency, Copenhagen, Jun. 2012.
- [102] EEA - European Energy Agency, "Environmental pressures from European consumption and production", European Energy Agency, Copenhagen, 2, Mar. 2013.
- [103] Conselho da União Europeia, Directiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu E Do Conselho de 16 de Dezembro de 2002 relativa ao desempenho energético dos edifícios, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, Jan. 2003.
- [104] Conselho da União Europeia, Directiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu E Do Conselho de 19 de Maio de 2010 relativa ao desempenho energético dos edifícios (reformulação), *Jornal Oficial da União Europeia*, Jun. 2010.
- [105] Price, L., Can, S. de L. R. D., Sinton, J., Worrell, E., Nan, Z., Sathaye, J. & Levine, M., "Sectoral Trends in Global Energy Use and GHG Emissions," Lawrence Berkeley National Laboratory, Jul. 2006.
- [106] Enerdata & ADEME - Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, "Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU," *Odyssee Database*. p. 67, Sep-2012.

referências

- [107] Couch, C. & Dennemann, A., "Urban regeneration and sustainable development in Britain The example of the Liverpool Ropewalks Partnership," *Cities*, vol. 17, no. 2, pp. 137–147, 2000.
- [108] Balaras C.A., Dascalaki E. Kontoyiannidis S., "Decision Support Software for Sustainable Building Refurbishment.", ASHRAE Conference, January 24-28, 2004, Anaheim, USA.
- [109] Zavadskas, E., Raslanas, S. & Kaklauskas, A., "The selection of effective retrofit scenarios for panel houses in urban neighborhoods based on expected energy savings and increase in market value: The Vilnius case," *Energy Buildings*, vol. 40, no. 4, pp. 573–587, 2008.
- [110] IEA - International Energy Agency & AFD - Agence Française de Développement, Eds., *Promoting energy efficiency investments*. Paris: IEA Publications, 2008.
- [111] BPIE - Buildings Performance Institute Europe, "Europe's buildings under the microscope," BPIE - Buildings Performance Institute Europe, Brussel, Oct. 2011.
- [112] Copenhagen Economics, "Renovate europe - Multiple Benefits of Investing in Energy Efficient Renovations - Impact on Public Finances," Oct. 2012.
- [113] Shah, S., *Sustainable Refurbishment*. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012.
- [114] Farr, D., *Sustainable Urbanism: Urban Design With Nature*. Wiley, 2007.
- [115] R. Ewing, K. Bartholomew, S. Winkelman, J. Walters, & D. Chen, *Growing Cooler: The Evidence on Urban Development and Climate Change*. Washington: ULI - Urban Land Institute, 2008.
- [116] EEA, 2011. End-user GHG emissions from energy. Reallocation of emissions from energy industries to end users 2005–2009. EEA Report No 19/2011, European Environment Agency.
- [117] EEA & ETC/SCP, *Database and project using national accounts matrices with environmental accounts (NAMEA) based input-output methodology*. European Environment Agency and European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production, 2010.
- [118] European Commission, "Green Paper on Energy Efficiency. Doing More with Less.," European Commission, 2005.

referências

- [119] Jochem, E. & Madlener, R., "The Forgotten Benefits of Climate Change Mitigation: Innovation, Technological Leapfrogging, Employment, and Sustainable Development," presented at the OECD Workshop on the Benefits of Climate Policy: Improving Information for Policy Makers, p. 25, 2003.
- [120] Leaman, A. & Bordass, B., "Assessing building performance in use 4: the Probe occupant surveys and their implications. Building Research & Information, 27(1), 2001.
- [121] Fisk, W.J., "Health and productivity gains from better indoor environments and their implications for the U.S. Department of Energy.", Paper presented at the E-Vision 2000 Conference, Washington, DC, 2000.
- [122] Fisk, W.J., "How IEQ affects health, productivity.", ASHRAE Journal, 44(5), pp. 56–59, 2002.
- [123] European Commission, Directive 2006/32/EC of the European Parliament and of the Council of 5 April 2006 on energy end-use efficiency and energy services and repealing Council Directive 93/76/EEC (Text with EEA relevance), Jornal Oficial da União Europeia, Apr. 2006.
- [124] Lorenz, D., Amato, M., Des Rosiers, F., Ben Elder, van Genne, F., Hartenberger, U., Hill, S., Jones, K., Kauko, T., Kimmet, P., Lorch, R., Lutzendorf, T. & Percy, J., "Sustainable Property Investment & Management: Key Issues & Major Challenges," RICS - Royal Institution of Chartered Surveyors, Sep. 2008.
- [125] OAR - Office of Air and Radiation, "An Office Building Occupant's Guide to Indoor Air Quality," EPA - United States Environmental Protection Agency, Washington, EPA-402-K-97-003, Oct. 1997.
- [126] União Europeia, "Estratégia Europa 2020", Março de 2010. [Online]. Disponível em: http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/flagship-initiatives/index_pt.htm. [Consultado em: 17-Jan-2012].
- [127] União Europeia, "JESSICA – Apoio europeu comum para o investimento sustentável nas zonas urbanas", [Online]. Disponível em: http://ec.europa.eu/regional_policy/thefunds/instruments/jessica_pt.cfm [Consultado em: 10-Novr-2012].
- [128] AM&A - Sociedade de Consultores Augusto Mateus Associados, "A actualidade do sector imobiliário residencial: Ajustamentos e desafios," Nota Temática CGD #2, Lisboa, Novembro 2011.

referências

- [129] Freitas, M., "Reabilitação Urbana: um mercado em potência | BPI Expresso Imobiliário," Portal BPI/Expresso Imobiliário, 12-Mar-2012. [Online]. Available: <http://aeiou.bpiexpressoimobiliario.pt/reabilitacao-urbana-um-mercado-em-potencia=f125817>. [Accessed: 29-May-2013].
- [130] EUROCONSTRUCT, "Country Report - 68th Euroconstruct Conference," EUROCONSTRUCT, Zurich, Nov. 2009.
- [131] Breda-Vázquez, I., "Partnership Diversity and Governance Culture: Evidence from Urban Regeneration Policies in Portugal.", *Urban Studies*, 46, issue 10, pp. 2213-2238, 2009.
- [132] Assembleia da República Portuguesa, Decreto-Lei n.º 104/2004, de 7 de Maio - Regime jurídico excepcional da reabilitação urbana de zonas históricas e de áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística. *Diário da República*, 1.ª Série-A n.º 107, 2004, pp. 2920–2929.
- [133] Assembleia da República Portuguesa, Lei n.º 52/2005, de 31 de Agosto - Grandes Opções do Plano 2005-2009. *Diário da República*, 1.ª Série-A n.º 167, 31 de Agosto de 2005, pp. 2920–2929.
- [134] Governo de Portugal, European Commission, European Central Bank, & International Monetary Fund, "Portugal: memorandum of understanding on specific economic policy conditionality.", p. 34, Lisbon, 3-May-2011.
- [135] Presidência do Conselho de Ministros, Programa do XIX Governo Constitucional, Lisboa: Governo de Portugal, Junho 2011.
- [136] Assembleia da República Portuguesa, Lei n.º 31/2012, de 14 de Agosto de 2012 - Procede à revisão do regime jurídico do arrendamento urbano, *Diário da República*, 1.ª Série, n.º 157, 14 de Agosto de 2012, pp. 4411–4452.
- [137] Assembleia da República Portuguesa, Decreto-Lei n.º 38 382 de 7 de Agosto de 1951 - Aprova o Regulamento Geral das Edificações Urbanas, *Diário da República*, 1951.
- [138] CSOPT - Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes, "Proposta de Regulamento Geral de Edificações, realizada pela subcomissão criada pela Portaria n.º 62/2003, de 16 de janeiro – designada por "Subcomissão para a revisão do Regulamento Geral das Edificações urbanas", p.55, Lisboa, 2004.
- [139] Assembleia da República Portuguesa, Portaria n.º 1330/2010, de 31 de Dezembro, *Diário da República*, 1.ª Série, n.º 253, 31 de Dezembro de 2010, pp. 6087.

- [140] Assembleia da República Portuguesa, Decreto-Lei n.º 287/2003 de 12 de Novembro - Aprova os Códigos do Imposto Municipal sobre Imóveis (CIMI) e do Imposto Municipal sobre as Transmissões Onerosas de Imóveis (CIMT), Diário da República, 1.ª Série-A, n.º 262, 12 de Novembro de 2003, pp. 7568-7647.
- [141] Coutinho-Rodrigues, J. Gestão de Empreendimentos - avaliação e gestão de projectos de engenharia, Gráfica Ediliber, 2.ª Edição, Coimbra, 2012.
- [142] Banco de Portugal, "Estatísticas online - Banco de Portugal," bportugal.pt. [Online]. Disponível: [http://www.bportugal.pt/EstatisticasWeb/\(S\(pjigoa552l14pb55goy1ks45\)\)/Default.aspx](http://www.bportugal.pt/EstatisticasWeb/(S(pjigoa552l14pb55goy1ks45))/Default.aspx). [Consultado: 03-Mar-2013].
- [143] Cardoso, C., Mateus, A., Santo, F., Teixeira, J., Pinto, T. R., Silva, S., da Silva, J. C. M., Lobo, P., de Oliveira, D. S., Gameiro, M. & Santo, E. E., "Regeneração Urbana," CIP - Confederação da Indústria Portuguesa, Maio 2011.
- [144] Andersen, H. T. & Van Kempen, R.. "New trends in urban policies in Europe: evidence from the Netherlands and Denmark". Cities 20 (2), pp. 77-86, 2003.
- [145] Vasconcelos, L. Oliveira, R. & Caser, Ú., Governância e participação na gestão territorial. Lisboa: Série Política de Cidades, 2009.
- [146] Roo, G. & Porter, G. Fuzzy Planning: The Role of Actors in a Fuzzy Governance Environment. Ashgate Publishing Company, 2007.
- [147] Aragão, A., "A Governância", Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, pp. 60, Coimbra, 2007. [Online]. Disponível em: <https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=Web&cd=8&cad=rja&ved=0CGIQFjAH&url=https%3A%2F%2Fwoc.uc.pt%2Feduc%2FgetFile.do%3Ftipo%3D2%26id%3D8305&ei=96awUYi3PMSO7Ab8IIDQCA&usg=AFQjCNE-898ZRh2h2Txe0zg7nOaN9ED3zA&sig2=yStfcSQD4ODqZs13YG-jlg&bvm=bv.47534661,d.ZGU>. [Consultado em: 18-Apr-2013]
- [148] Bai, X., McAllister, R. R., Beaty, R. M. & Taylor, B., "Urban policy and governance in a global environment: complex systems, scale mismatches and public participation," Current Opinion in Environmental Sustainability, vol. 2, no. 3, pp. 129-135, 2010.
- [149] Lane, M. B., "Public Participation in Planning: an intellectual history," Australian Geographer, vol. 36, no. 3, pp. 283-299, Nov. 2005.

referências

- [150] Dekker, K. & van Kempen, R., "Urban governance within the Big Cities Policy," *Cities*, vol. 21, no. 2, pp. 109–117, 2004.
- [151] Kazmierczak, A. E., Curwell, S. R. & Turner, J. C., Regeneration of large urban areas: assessment methods. *Proceedings of the ICE - Municipal Engineer*, Volume 162, Issue 2, pp. 117 -124, 2009.
- [152] Ayeni, B. "The design of spatial decision support systems in urban and regional planning", in *Decision Support Systems in Urban Planning*. Edited by Harry Timmermans, E & F N Spon Pub., pp. 3-22, 1997.
- [153] Natividade-Jesus, E., Coutinho-Rodrigues, J. & Antunes, C., A multicriteria decision support system for housing evaluation. *Decision Support Systems*, vol. 43 pp. 779-790, 2007
- [154] De Almeida, J-P. & Coutinho-Rodrigues, J., Modelling environmental impacts over urban areas and facilities. *Proceedings of the ICE - Municipal Engineer*, Volume 164, Issue 2, pp. 103 -116, 2011.
- [155] Process Protocol, "Process Protocol Guide," [processprotocol.com](http://www.processprotocol.com/ppguide/intro.htm). [Online]. Disponível: <http://www.processprotocol.com/ppguide/intro.htm>. [Consultado em: 06-Nov-2012].
- [156] Cooper, R., Evans, G. & Boyko, C., Eds., *Designing Sustainable Cities*, 1st ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2009.
- [157] PMI - Project Manangement Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*, Fourth Edition. Pennsylvania: PMI - Project Manangement Institute, 2008.
- [158] Malczewski, J., "GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview," *Progress in Planning*, vol. 62, no. 1, pp. 3–65, 2004.
- [159] Peng, Z.R. & Tsou, M.H., *Internet GIS*, Wiley, Hoboken, NJ, 2003.
- [160] Berry J.K., *Cartographic modeling: the analytical capabilities of GIS*. In: Goodchild, M., Parks, B., Steyaert, L. (Eds.), *Environmental modeling with GIS*, Oxford University Press, Oxford, pp. 58–74, 1993.
- [161] Batty, M., "Using geographic information systems in urban planning and policy-making," in *Geographic Information Systems, Spatial Modelling and Policy Evaluation*, M. M. Fischer and P. Nijkamp, Eds. Springer Berlin Heidelberg, pp. 51–69, 1993.
- [162] Wang, J., Chen, J., Ju, W. & Li, M., "IA-SDSS: A GIS-based land use decision support system with consideration of carbon sequestration," *Environmental Modelling & Software*, vol. 25, no. 4, pp. 539–553, Apr. 2010.

referências

- [163] Coutinho-Rodrigues, J., Simão, A. & Antunes, C. H., "A GIS-based multicriteria spatial decision support system for planning urban infrastructures," *Decision Support Systems*, vol. 51, no. 3, pp. 720–726, 2011.
- [164] Ruiz, M. C., Romero, E., Pérez, M. A. & Fernández, I., "Development and application of a multi-criteria spatial decision support system for planning sustainable industrial areas in Northern Spain," *Automation in Construction*, vol. 22, pp. 320–333, 2012.
- [165] Chevalier, P., Thomas, I., Geraets, D., Goetghebeur, E., Janssens, O., Peeters, D. & Plastria, F., "Locating fire stations: An integrated approach for Belgium," *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 46, no. 2, pp. 173–182, 2012.
- [166] Demesouka, O. E., Vavatsikos, A. P. & Anagnostopoulos, K. P., "Spatial UTA (S-UTA) – A new approach for raster-based GIS multicriteria suitability analysis and its use in implementing natural systems for wastewater treatment," *Journal of Environmental Management*, vol. 125, pp. 41–54, 2013.
- [167] Densham, P. J., "Integrating GIS and spatial modelling: visual interactive modelling and location selection," *Geographical Systems*, vol. 1, no. 3, pp. 203–219, 1994.
- [168] Natividade-Jesus, E., *Avaliação do Espaço Urbano Edificado com Recurso a Tecnologias da Informação*, Dissertação do Curso de Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Ciências da Construção, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 203 pgs., 2002.
- [169] Almeida, L., *Sistemas de Informação nas Organizações*, Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 1996.
- [170] Aronoff, S., *Geographic Information Systems: A Management Perspective*, WDL Publications, Ottawa, Canadá, 1989.
- [171] Healey, R., *Database Management Systems*, In *Geographic Information Systems: Principles and Applications*, Maguire, D., Goodchild, M. e Rhind, D. Eds., Vol. 1-18, pp. 251-267, Longman Scientific & Technical, Londres, 1991.
- [172] Huxhold, W., *An Introduction to Urban Geographic Information Systems*, Oxford University, New York, 1991.
- [173] Burrough, P., *Principals of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment*, Clarendon Press, Oxford, 1986.

referências

- [174] Goodchild, M., The Technological Setting of GIS, In Geographic Information Systems: Principles and Applications, Maguire, D., Goodchild, M. e Rhind, D. Eds., Vol. 1-3, pp. 45-54, Longman Scientific & Technical, Londres, 1991.
- [175] Gerrity, T. P., Jr. "The Design of Man-Machine Decision Systems", Sloan Management Review, vol. 12, no. 2, pp. 59-75, Winter 1971.
- [176] Turban, E. & Aronson, J., Decision Support Systems and Intelligent Systems, Prentice-Hall, New Jersey, 1998.
- [177] Pohekar, S. D. & Ramachandran, M., "Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning—A review," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 8, no. 4, pp. 365–381, 2004.
- [178] Climaco, J. (Ed.), Multicriteria analysis, Springer-Verlag, New York, 1997.
- [179] Schärli, A., Pratiquer Electre et Prométhée - Un Complément à Décider sur Plusieurs Critères, Collection Diriger L'Entreprise, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, Suíça, 1996.
- [180] Yu, W., ELECTRE TRI - Aspects Méthodologiques et Manuel D'Utilisation, Document du LAMSADE N°74, Laboratoire D'Analyse et Modélisation de Systèmes pour L'Aide à la Décision, Université de Paris-Dauphine, Paris, 1992.
- [181] Roy B, Bouyssou D. Aide multicritère à la décision; méthodes et cas. Paris: Economica, 1993.
- [182] Roy, B., "The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods," Theory and Decision, vol. 31, no. 1, pp. 49–73, 1991.
- [183] Vilhena, A. J. D. S. M. , "Método de Avaliação do Estado de Conservação de Edifícios - Análise e contributos para o seu aperfeiçoamento e alargamento do âmbito," tese apresentada ao Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil, Lisboa, 2011.
- [184] Damart, S., Dias, L. C. & Mousseau, V., "Supporting groups in sorting decisions: Methodology and use of a multi-criteria aggregation/disaggregation DSS," Decision Support Systems, vol. 43, no. 4, pp. 1464–1475, 2007.
- [185] Dias, L.C., Mousseau, V., Figueira & J., Clímaco, J.N., "An aggregation/disaggregation approach to obtain robust conclusions with ELECTRE TRI, European Journal of Operational Research 138 (2), pp. 332–348, 2002.

referências

- [186] Madlener, R., Antunes, C. H. & Dias, L. C., "Assessing the performance of biogas plants with multi-criteria and data envelopment analysis," *European Journal of Operational Research*, vol. 197, no. 3, pp. 1084–1094, 2009.
- [187] Association Qualitel. *La méthode Qualitel*, France, 2008.
- [188] Housing Corporation. 721 Housing Quality Indicators (HQI) Form - Version 4 (For NAHP 08-11). (The National Affordable Homes Agency, Ed.), United Kingdom, 2008.
- [189] USGB Council, *LEED for Homes Reference Guide*. 2nd ed. U S Green Building Council, USA, 2009.
- [190] Larsson, N. & Macias, M. Overview of the SBTool assessment framework. iiSBE - International Initiative for a Sustainable Built Environment, Ontario, Canada, 2012.
- [191] Walton, J., El-Haram, M., Castillo, N. H., Horner, M., Price, A. & Hardcastle, C., "Integrated assessment of urban sustainability," *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability*, 158 (2), pp.57-65, 2005.
- [192] Schetke, S. & Haase, D., *Environmental Impact Assessment Review - Multi-criteria assessment of socio-environmental aspects in shrinking cities. Experiences from eastern Germany*. *Environmental Impact Assessment Review*, 28(7), 483-503, 2008.
- [193] Hemphill, L., Berry, J. & McGreal, S., "An indicator-based approach to measuring sustainable urban regeneration performance: Part 1, conceptual foundations and methodological framework," *Urban Studies*, vol. 41, no. 4, pp. 725–755, 2004.
- [194] Diário da República, Decreto-Lei n.º 329-A/2000, de 22 de dezembro - Regime jurídico dos contratos de arrendamento de renda condicionada , Diário da República, 1.ª Série-A, n.º 294, 22 de dezembro de 200, pp. 7444 (2)–7444 (4).
- [195] Rodrigues, M., F., *Estado de conservação de edifícios de habitação a custos controlados*, Tese apresentada ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil, 2008.
- [196] Diário da República, Portaria n.º 1192-B/2006, de 3 de novembro - Aprova a ficha de avaliação para determinação do nível de conservação de imóveis locados, Diário da República, 1.ª Série, n.º 212, 3 de novembro de 2006, pp. 7408 (9)–7408 (15).

referências

- [197] Diário da República, Lei n.º 6/2006 de 26 de Fevereiro- Novo Regime do Arrendamento Urbano (NRAU). Diário da República: 1.ª Série, n.º 41, 26 de Fevereiro de 2006, pp. 1558-1587.
- [198] DCLG - Department for Communities and Local Government, Home Information Pack: Standards for certification schemes. Part 2: Technical Standards. London, June, 2006.
- [199] NEN – Nederlands Normalisatie-Instituut, NEN 2767-1:2006 – Conditie-meting van bouwen installatiedelen - Deel 1: Methodiek Delft, NEN, 2006.
- [200] Association Qualitel, CERQUAL Patrimoine. Le Bilan Patrimoine Habitat. Contenu, exigences, processus et outils. Référentiel Millésime 2011, Paris, 2011.
- [201] Natividade-Jesus, E. & Coutinho-Rodrigues, J. "A Spatial Multicriteria Decision Support System for Urban Renovation Projects - Application to Coimbra Downtown", proceedings of CINCOS'08, Congress of Innovation on Sustainable Construction, CentroHabitat - Plataforma para a Construção Sustentável, WRC, Curia, Portugal, pp. 599-612, pp. 599-612.
- [202] Natividade-Jesus, E. & Coutinho-Rodrigues, J., "A Web Spatial Decision Support System for Housing Evaluation in Urban Renovation Projects," in Housing: Socioeconomic, Availability, and Development Issues, no. 5, E. P. Hammond and A. D. Noyes, Eds. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2009, pp. 129-148.
- [203] Vicente, R. S., Estratégias e metodologias para intervenções de reabilitação urbana: Avaliação da vulnerabilidade e do risco sísmico do edificado da Baixa de Coimbra, Tese apresentada ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil, 2008.
- [204] Lopes Balsas, C. J., "City center revitalization in Portugal," Cities, vol. 17, no. 1, pp. 19-31, 2000.
- [205] Lacaze, J.-P., Les Français et leur logement. Paris, France: Presses de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, 2009.
- [206] Perry, W. (1970) *Automation in estimating contractor earnings*, The Military Engineer, vol. 62. n.º 410.
- [207] Imovirtual & E.S.A.I, "IMI - Imovirtual Market Index - Janeiro de 2013", imovirtual.com, 01-Jan-2013. [Online]. Disponível em: <http://www.imovirtual.com/download/legal/IMI.pdf>. [Consultado em: 17-Apr-2013].

referências

- [208] Cohon, J.L., *Multiobjective Programming and Planning*. Academic Press, New York. 1978.
- [209] Coutinho-Rodrigues, J., Tralhão, L. & Alçada-Almeida, L., "Solving a location-routing problem with a multiobjective approach: the design of urban evacuation plans," *Journal of Transport Geography*, vol. 22, pp. 206–218, May 2012.
- [210] Coutinho-Rodrigues, J., Tralhão, L. & Alçada-Almeida, L., "A bi-objective modeling approach applied to an urban semi-desirable facility location problem," *European Journal of Operational Research*, vol. 223, no. 1, pp. 203–213, Nov. 2012.
- [211] Ehrgott, M., *Multicriteria Optimization*, second ed. Springer, Berlin, Heidelberg, 2005.
- [212] Zeleny, M., *Multiple criteria decision making*. New York: McGraw-Hill Book Company 1982.
- [213] Bowman Jr VJ. On the relationship of the Tchebycheff norm and the efficient frontier of multiple-criteria objectives. In: Thiriez H, Zionts S, editors. *Multiple criteria decision making, lecture notes in economics and mathematical systems*, vol. 130. Berlin: Springer-Verlag, pp. 76–86, 1976.
- [214] Steuer R. *Multiple criteria optimization: theory, computation and application*. New York: Wiley; 1986.
- [215] Coutinho-Rodrigues, J., Current, J.R., Clímaco, J., Ratick, S. An interactive spatial decision support system for multiobjective HAZMAT location-routing problems. *Transportation Research Record* 1602, pp. 101–109, 1997.